

١٩

الصخور المتغيرة



هذا الكتاب

الصخور هي أكثر المواد شيوعاً في عالمنا نجدها في كل مكان . وهي وإن كانت تبدو للكثيرين منا أشد الأشياء صلابة وأكثرها تحملا ، إلا أنها في الحقيقة دائمة التغير والتحول .

والمؤلفة هنا تتناول بالشرح والتحليل الأنواع المختلفة للصخور ، وتتحدث عن التغيرات الكبرى التي أدت إلى وجود هذه الأنواع . فتبين كيف أن جبالا تبلى وتزول بفعل عوامل التعرية ، وكيف أن جبالا أخرى تنشأ وتقوم بفعل الضغط الشديد الذي يتولد في باطن الأرض . كما تشرح للقارئ مكونات الصخور ، وكيف أن بعض هذه الصخور لامع كالزجاج ، وبعضها تتلألأ فيه ذرات من المعدن ، وبعضها ناعم الملمس ، وبعضها على هيئة بلورات مسدسة الجوانب . وتدعم هذا كله بالأمثلة التي تضربها ، في لغة ميسرة ، ورسوم توضيحية معبرة تزيد من متعة القارئ وفائدته .









الناشر : دار المعارف - ١١١٩ كورنيش النيل - القاهرة ج.م.ع.

المشتركون فى هذا الكتاب

المؤلفة: آن تيرى هوايت

نشأت فى ولاية نيوانجلند وتخرجت فى جامعة براون، ثم حصلت على درجة الماجستير من جامعة ستانفرد.

بدأت التأليف بكتابة الكتب لبناتها لتقرب إلى أذهانهن، وهن فى سن مبكرة، المعانى التى تتناولها الكتب السماوية ومسرحيات شكسبير. ومنذ ذلك الوقت نالت إعجاب جمهور كبير من القراء من الأطفال والراشدين على السواء. ويعتبر كتابها «عوالم مفقودة» من خير ما كتب عن الآثار، كما أن من بين الكتب التى ألفتها ثلاثة كتب يعد كل منها ثورة فى عالم التأليف وهى: «أمريكا قبل التاريخ» و«جورج واشنطون كارفر» و«الإنسان الأول».

وقد نشرت لها الجمعية كتابين فى مجموعة «كل شيء عن..» أولها عن «النجوم» والثانى عن «الأنهار العظيمة فى العالم».

المترجم: الدكتور محمد يوسف حسن

أستاذ الجيولوجيا بجامعة عين شمس وعضو مجمع اللغة العربية. عمل فى جامعة أسيوط وجامعة الإسكندرية. تخصص فى الخارج فى علم الحفريات والطبقات.

قام بتأليف عدة كتب هى: قصة الكون، قصة السموات والأرض، الإنسان والقمر، علم الحفريات اللافقارية، قواعد الجيولوجيا العامة، الخرائط الجيولوجية. نشر عدة مقالات فى الصحف والمجلات عن العلوم المبسطة، واشترك فى وضع مواد الجيولوجيا فى دائرة معارف الشعب، كما

اشترك فى وضع مواد الجيولوجيا فى الموسوعة العربية الميسرة التى نشرتها هذه الجمعية.

اشترك فى ترجمة كتاب «فجر الحياة» الذى نشرته هذه الجمعية.

المراجع: الدكتور محمد صابر سليم

استاذ بكلية التربية، جامعة عين شمس. تخرج فى كلية العلوم جامعة القاهرة (قسم العلوم البيولوجية) سنة ١٩٤٢، حصل على دبلوم معهد التربية العالى للمعلمين سنة ١٩٤٤. حصل على درجة الماجستير من جامعة ستانفرد بكاليفورنيا سنة ١٩٤٩، وعلى الدكتوراه من الجامعة ذاتها سنة ١٩٥١. ترجم واشترك فى ترجمة عدد من الكتب التى أخرجتها الجمعية، من بينها: «العلم بين يديك فى تجارب»، و «كيف تدور عجلة الحياة» و «الشمس والآلة» و «الذرة فى خدمة السلام» و «كل شيء عن الراديو والتليفزيون» و «كنوز العلم» كما قام بمراجعة كثير من الكتب العلمية التى أخرجتها هذه الجمعية.

مصمم الغلاف: إيهاب شاكر



محتويات الكتاب



١

أكثر شيء شائع فى العالم

إن الصخر أكثر شيء شائع فى العالم .

من منا لم يلتقط حجراً ليطوّح به عالياً فى الهواء ؟ ومن منا لم يقذف بحصاة لتمرق قافزة فوق سطح الماء ؟ إننا نفعل هذه الأشياء بنفس الدرجة الطبيعية التى نتنفس بها : كم اعتدنا استعمال الأحجار والسير عليها وركلها بأقدامنا ، ولم يخطر على بالنا أن الصخر هو أثمن شيء فى الوجود .

ولكن أليس هذا تناقضاً – أيكون أكثر الأشياء شيوعاً أثمنها فى الوقت نفسه ؟

ربما يبدو هذا كذلك . ولكنه فى الواقع لا ينم عن تناقض ، إذ يكاد كل شيء يجعل الحياة ممكنة يرجع أصله إلى الصخور .

إن كل أنواع التربة وجانباً كبيراً من الهواء والماء أصلها من الصخور . إننا نسمع بعضنا يقول عن شيء ما « إنه رخيص كالتراب » . ولكن التراب ليس برخيص . لقد عرف الأمريكيون ذلك عندما أزالت الريح طبقة التربة العليا فى أوكلاهوما فحولت المزارع الغنية إلى أراض بور . إن كل شيء يعيش على البر يدين بحياته للتربة ، فالتربة ليست إلا صخراً متحللا ، ولولا الصخر ما كان النبات والحيوان والإنسان .

أتشك فى قيمة الصخور ؟ إذن ، فانظر حولك ، إنك ستدهش من قائمة الأشياء المألوفة المصنوعة من الصخور أو من نواتجها . ستعد منها مائة فى خمس دقائق .

فهنا مبنى من الحجر ، وهنا جدار ، وهنا أساس أو عتبة نافذة أو دَرَجٌ حجرى أو تمثال أو عمود أو قنطرة أو سد . وهنا ممرات جانبية من الأسفلت أو أرصفة من الأسمنت أو ممشى من الجرْوَل* أو قوالب من الطوب أو أحجار إفريز الطريق أو ألواح زجاج النوافذ . حتى المرآة التى فوق منضدة الزينة من

* الجرول : الأرض ذات الحجارة أو الحجارة نفسها .



كان سكان الكهوف يستمدون المأوى والسلاح والأدوات والنار من الصخور

نواتج الصخر . وكذلك الكوب الذى تشرب منه ، والصحاف التى فوق المائدة . نعم ، وحتى الأوانى والقدور والملاعق والسكاكين .

ذلك لأن الفلزات أيضاً مشتقة من الصخور .

إننا نقول بفخر « نحن نعيش فى العصر الذرى » ولكنا فى كل نواحى تقدمنا لم نترك الحجر وراءنا ظهرياً . إننا نعتمد عليه أكثر مما كان يعتمد عليه سكان الكهوف . لقد كان كل ما يطلبونه من الصخر هو المأوى وبعض السنان لحرابهم الخشبية وبعض السكاكين والمكاشط وقطع الصوان لإشعال النار . أما نحن فنحرث التربة ، ونصنع آلاف الأشياء من الطين والرمل ، وآلاف الأشياء من الصخور . ونحن نستعمل الفلزات . فإن عرباتنا وطائراتنا ، وقضباننا الحديدية ، وآلاتنا كلها ترجع فى أصلها إلى الصخور .

إن الفحم الذى نستعمله لصهر الفلزات صخر ، وحتى الغاز والزيوت التى تدور بها آلاتنا تستخرج من الصخر .

ما هذا الصخر البالغ الأهمية؟ وكيف تكونت الأنواع المختلفة منه ؟ من أى شيء وأين ومتى ؟

ومنذ حين لم يكن فى استطاعة حتى أحكم الناس على الأرض الإجابة عن أى من هذه الأسئلة . كان الناس يقولون إن الصخور قد وجدت فى العالم منذ فجر الخليقة ، ولكن ذلك لم يكن يفسر شيئاً فى الحقيقة .

وهكذا كان السؤال يعاود الظهور . وكان المفكرون يكدون عقولهم من أجل حل لغز الصخور .

ثم ظهر رجل منذ ١٧٥ سنة قال إنه أتى بالجواب . لقد عرف من أين تأتى الصخور ، وعرف كيف تتكون .

ويمكنك أن تتأكد أن الناس بعد ذلك قد فتحوا آذانهم لينصتوا .



٢

الأستاذ ڤيرنر لديه فكرة

كان الرجل الذى « عرف » كيف تكونت الصخور ألمانياً ، وكان اسمه أبراهام چوتلوب ڤيرنر ، كان الأستاذ ڤيرنر يعرف فعلا الكثير عن الصخور لقد شب فى منطقة قديمة للمناجم حيث كان عمل كل شخص استخراج المواد المختلفة من الصخور . وربما كان أول شىء تعلمه ڤيرنر هو أن هذه المواد تسمى معادن ، وأن هناك مئات الأنواع المختلفة منها فى الأرض ، وكان لوالده مجموعة صغيرة منها ، وكان يقول للصبى إن كل شىء تقريباً فى العالم فيما عدا النبات والحيوان يتكون من المعادن . وكان أبراهام يلعب بالقطع الصغيرة من الفلزات



كان الصبى ڤيرنر يسأل نفسه :
« لماذا تستقر الصخور فى طبقات مثل صفوف الكتب ؟ »

والصخور مما بداخل خزانة والده . وسرعان ما بدأ يكوّن مجموعته الخاصة .

وكثيراً ما كان ڤيرنر ينزل إلى المناجم ليبحث عن المعادن النادرة فى فجوات الصخور ، وفى أثناء بحثه كان يلاحظ كيف تنتظم الصخور المختلفة فى الأرض . لقد رأى كيف يستقر كل نوع منها فوق الآخر .

وكان الصبى يتعجب : « ما سر هذا النظام ؟ » . « لماذا تستقر الصخور فى طبقات كل واحدة فوق الأخرى ؟ » .

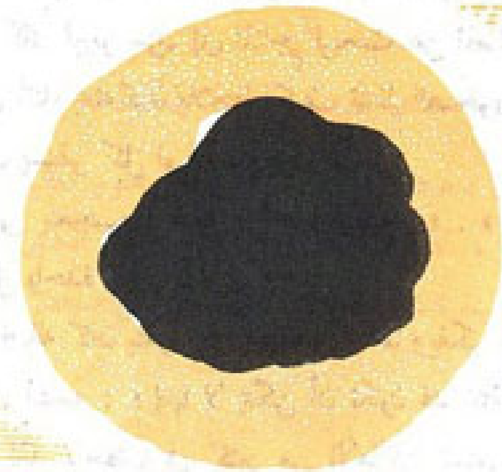
وفى أثناء تجواله كان يتفرس فى الصخور دائماً ويفكر فى كيفية تكونها .

وكان يقول لنفسه : « إنها لا يمكن أن تكون قد خلقت فجأة ، كلها فى وقت واحد ، لقد لاحظتها فى كثير من الأماكن تستقر فى طبقات الواحدة فوق الأخرى تماماً كصف من الكتب . أعتقد أن الطبقة السفلى لابد أنها قد تكونت أولا ثم استقرت الطبقات الأخرى فوقها واحدة فواحدة » .

كيف أمكن أن يحدث ذلك ؟ وما سببه ؟ لقد فكر فى ذلك طويلاً. وعندما أكمل دراسته وأصبح مدرساً فى أكاديمية فرايبورج كان قد كوّن فى ذهنه نظرية .

لقد كانت مادة تخصصه المعادن والمناجم . ولم يكن فى العالم أحد يعرف مقدار ما كان يعرفه عن هذه الأشياء ، لذلك توافد الطلاب من أطراف العالم المتحضر إلى قاعة دروسه . وأولئك لم يكونوا من الشبان فقط ، فقد كان الكثير منهم علماء مشهورين . وكثير منهم كانوا رجالا من ذوى المناصب (والحيثيات) الهامة . لقد تركوا كل شىء وكرسوا وقتهم لدراسة اللغة الألمانية حتى يتمكنوا من فهم ما يقول .

لقد أجمع الكل على أن ڤيرنر كان مدرساً مدهشاً . فعندما كان يستخرج العينات من مجموعته ويتكلم عنها كان كل إنسان يريد أن يكون له مجموعة هو الآخر . كلهم كانوا يريدون الطواف حول العالم بحثاً عن المعادن الجديدة . ولكن الشىء الذى استحوذ على اهتمامهم أكثر ما كان يقوله الأستاذ عن كيفية



كان يغلف لب الأرض فى قديم الزمان محيط من الطين

تكون الصخور .

وكانت عادة ڤيرنر أن يقول : « افتح عينيك وانظر حولك ، فستقول لك الصخور نفسها إنها لم تتكون فجأة – كلها فى وقت واحد . إنها ليست مبعثرة كيفما اتفق أى واحد منها فى أى مكان . إن هناك نظاماً فى الأرض ، وسترى فى أماكن كثيرة مكونات منتظمة – كل نوع من الصخر يستقر فى هيئة طبقة واضحة محددة فوق غيرها .

« والآن ماذا تقول لو صادفت صفاً من الكتب مرتباً بهذا النظام ؟ ستقول طبعاً إن الكتاب الذى عند القاعدة قد وضع أولا ، وإن الكتاب الذى عند القمة قد وضع أخيراً . وهكذا الحال فى الصخور . إن النطاق الخارجى من الأرض والذى نسميه بالقشرة قد بنى بالتدريج طبقة طبقة . لقد تكونت أسفل طبقاته أولا وأعلاها أخيراً » .

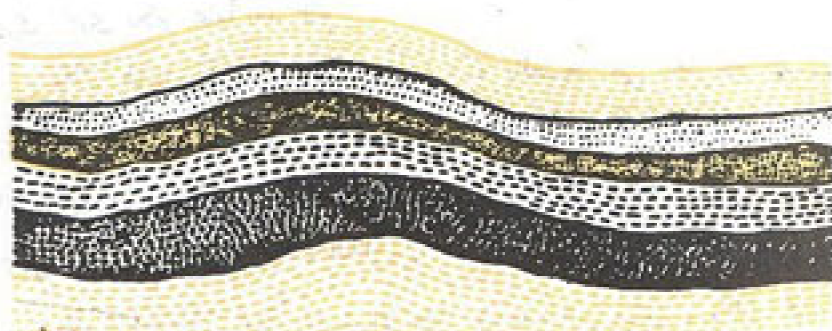
وكان الأستاذ يستطرد ليحكى كيف افترض حدوث ذلك فكان يقول : « فى وقت ما كان يغلف الأرض كلها محيط جبار تستقر فى باطنه القارات على عمق أميال عديدة .

« وكان ذلك المحيط يغمر قمم أعلى الجبال ، وكانت مياهه مختلطة بالطين وثخينة القوام ، وإن الصخور التى تكون قشرة الأرض كانت كلها فى ذلك الوقت جزءاً من ذلك المحيط . لقد كانت فى صورة جسيمات مفككة مختلطة بالماء أو ذائبة فيه » .

وكان الأستاذ يقول : « ومع مرور الزمن ترسبت هذه المادة الصلبة من الماء . وكانت الجسيمات الجرانيتية أثقلها ولذلك ترسبت أولا . وغلّفت لب الأرض كله بإحكام تماماً كما تغلف البصلةَ قشرتها ، وبعد وقت ترسبت الجسيمات التى تقل كثافة عن الجرانيت مباشرة . وهى الأخرى كونت طبقة محكمة حول الأرض كلها . وكون كل نوع من الجسيمات طبقة مختلفة . وهكذا تكونت كل الصخور فى قشرة الأرض » .

كان الطلاب ينصتون مأخوذين . وكان كل من دخل قاعة دروس ڤيرنر يتقبل نظريته . كلهم صدّقوا أن محيطاً جباراً من الطين كان يغلف الأرض كلها فيما مضى من الأزمان .

وكانوا يقولون : « نعم بالتأكيد ، وإنها نظرية سليمة ، إنها تفسر الحقائق ، فالصخور المختلفة تستقر فعلا فى طبقات ، وعندما تحفر متعمقاً فى الأرض فإنك تجد تحت كل الأنواع الأخرى من الصخور صخر الجرانيت . لا بد أن الأشياء قد حدثت كما يقول الأستاذ ڤيرنر بالضبط » .



تستقر صخور الأرض فى طبقات شاسعة

٣

چيمس هاتون يجد « المفتاح »

كان هناك شيء مقنع جداً فى شخصية الأستاذ ڤيرنر لدرجة أن كل شخص فى العالم سمع بالمحيط الذى فرضه وصدق به . ولكن بعض الناس وجدوا صعوبة فى تقبله .

فمن أين جاء ماء المحيط الطينى ؟ وأين يذهب ؟

وكان چيمس هاتون أحد المكذبين بهذا الفرض .

كان هاتون طبيباً أسكتلندياً اشتغل بالزراعة ، وقد فتح عينيه لتفهم الطريقة التى تعمل بها الطبيعة . لقد راقب ما يعمله المطر والريح والصقيع ، ثم تأمل يسائل نفسه : « لماذا نفترض أنه فى الأزمان البعيدة كان سلوك الطبيعة مختلفاً عن سلوكها الآن ؟ لماذا نتخيل أنها كانت تعمل بقوى غير التى تستعملها الآن ؟ » .

كان هاتون يرى ماء المطر فى الربيع يكون غديراً صغيراً ينحدر فوق جانب تل عار ، ويزيل الغدير الصغير بعض التربة ، مكوناً مجرى عميقاً ضيقاً . وكان يرى المجرى يكبر عاماً بعد عام .

وقال هاتون لنفسه : « لابد أن هذه بالضبط هى الطريقة التى تتكون بها الوديان التى تفصل بين الجبال العالية . إن الأنهار هى التى تحفرها . أليس الناس يقولون إن الماء سيبلى أقسى الصخور ؟ إن الماء يمكنه أن يبلى حتى جانب جبل بأسره لو أتيح له الوقت الكافى .

وتذكر خانقاً* عميقاً شديد الانحدار شاهده بين جبلين ، وكان كل الناس

* الخانق : الصدع أو الشق الغائر فى الجبل .



تحقق هاتون من أن الماء قد أبلى التربة والصخور

يعتقدون أن حادثاً مروعاً فلق الجبل فصار جبلين .

ولكن هاتون قال : « لسنا فى حاجة إلى أن نتخيل حادثاً مروعاً يفسر وجود الخانق . إن الحاضر مفتاح الماضى . فلو أننا راقبنا جدولاً يحفر له مجرى الآن لأمكننا أن نفهم كيف تكون الخانق فى الماضى البعيد . إن النهر الذى يجرى الآن فوق قاع الخانق لابد أنه كان يجرى فوق قمته فى الماضى . لقد شقت المياه طريقها وتعمقت فى الجبل ، تاركة وراءها خانقاً . وبالطبع فإن هذا استغرق وقتاً طويلاً جداً » .

وغالباً ما كان هاتون يشاهد فى الربيع نهراً يأتى بالغرين والطين والصخور يلقى بها فى البحر . فكان هاتون يقول لنفسه : « هذه الفضلات الصخرية هى ما تتكون منه بعض الصخور . إن الطبيعة لم تكمل عملها بعد . هذه المواد التى تبليها من الصخور اليوم ستصنع منها صخور الغد » .

استبد الاهتمام بموضوع الصخور والزمن بهاتون لدرجة أنه قرر أخيراً أن يترك الزراعة نهائياً . لقد أراد أن يكرس كل ما بقى من حياته للعلم حتى يفسر لغز أصل الصخور .

كان الرجل الأسكتلندى جوالاً كبيراً . لقد جاب أسكتلندة كلها يشاهد

الصخور . وكان فى ذلك الوقت كثير من تلاميذ ڤيرنر يجوبون أنحاء أوربا يتفرسون الصخور . لقد كانوا يبحثون عن الأدلة على صحة نظرية ڤيرنر ، ولكن چيمس هاتون كان يبحث عن أدلة على أن ڤيرنر كان خاطئاً .

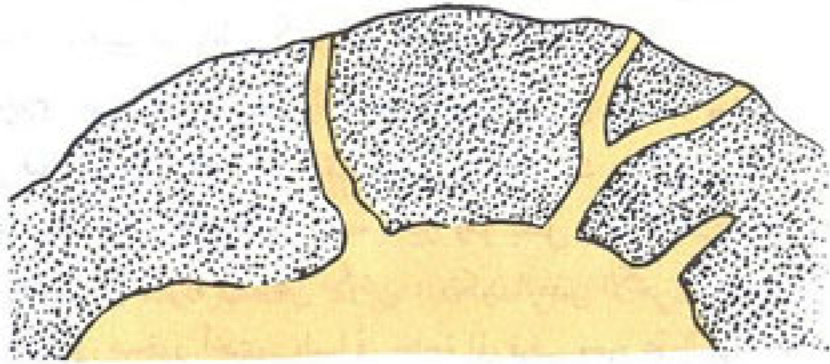
كان يبحث على وجه الخصوص عن أدلة على خطأ ڤيرنر بالنسبة لموضوع الجرانيت ، لأن ڤيرنر قال إن الجرانيت كان أول صخر ترسب من المحيط الطينى ، أما هاتون فكان يعتقد أن الجرانيت لم يكن له أبداً أى علاقة بالماء . بل إنه جاء من أعماق بعيدة داخل الأرض . لقد عرف أن الصخور المنصهرة الحارة تندفع فى الوقت الحاضر من أفواه البراكين .

ولذلك كان يعتقد أن الجرانيت تكون بطريقة مشابهة — أى بالحرارة العظيمة فى باطن الأرض . ولكن كيف يمكنه أن يثبت ذلك ؟

فى يوم من الأيام حينما كان فى رحلة استكشافية للصخور فى « جلين تلت » إلى الشمال من أدنبرة ، صادف الدليل الذى يريده . لقد كان أمامه جانب عار



لقد جاب هاتون أسكتلندة كلها يتفرس الصخور



اندفع الجرانيت يملأ الشقوق فى الصخور

لأحد التلال تظهر عليه أنواع عدة من الصخور . ففى أسفل التل كانت كتلة من الجرانيت الأحمر . وفوق الجرانيت كانت هناك طبقات من الحجر الجيرى والصخور الأخرى . وفى الحجر الجيرى والصخور الأخرى كانت هناك شقوق عريضة ممتلئة بالجرانيت الأحمر .

ما معنى تلك الشقوق الممتلئة بالجرانيت ؟

ما كانت تعنى إلا شيئاً واحداً وهو أن الجرانيت قد انساب من الكتلة السفلى مندفعاً إلى أعلى فملأ الشقوق فى الصخور التى تعلوه . ولكن كيف ينساب جسم صلب ؟ إذن لا بد أن ذلك الجرانيت كان يوماً ما فى الحالة السائلة . لقد نبع من باطن الأرض ولا بد أنه كان فى هيئة سائل حار أيضاً ، فقد أمكن لهاتون أن يرى المواضع التى حمَّصها أو حرقها فى الصخور الملامسة له .

لقد طار الرجل من الفرح ، وجعل يصيح ويرقص ويطوح ذراعيه فى كل اتجاه أمام الجرانيت الأحمر العجيب . وراح الدليل الذى كان يرافقه ينظر إليه نظرة من اعتقد أن الدكتور قد أصابه مس من الجنون . ثم أخذته الحماسة هو الآخر فصاح قائلاً : « هل عثرت على كنز من ذهب » ؟

وكيف كان لهاتون أن يشرح أن ما عثر عليه كان أهم من الذهب . لقد

وجد هاتون الدليل على خطأ نظرية ڤيرنر . لم يترسب الجرانيت من محيط جبار ، بل صعد كالحمم من باطن الأرض حامياً يغلى .

وقف الطبيب أمام الصخر وآلاف الأفكار تتزاحم فى عقله ، ومضى وقت طويل قبل أن ينتزع نفسه من ذلك انتزاعاً « ليس هناك سر فى كيفية تكوّن الصخور » . هكذا قال هاتون لنفسه أخيراً وهو يقفل راجعاً إلى بيته ، « لقد تكون بعضها من الحرارة فى باطن الأرض ، وتكون البعض الآخر من القطع التى تفتت من بلى صخور أخرى، ولسنا فى حاجة إلى فرض وجود محيط ملىء بالطين والغرين لنفسر أصل قشرة الأرض ، لأن الحاضر هو مفتاح الماضى » .



٤

الحرب ضد الصخور

لك أن تظن أن الناس قد رضوا بحل لغز الصخور بهذه السهولة . ولكن هذا لم يحدث أبداً .

فقد شاع بين الناس : « أن أفكار هاتون بسيطة ، وكلها هراء ، فكيف يلزم لنهر كى يحفر خانقاً فى جبل ما مدة مليون سنة ؟ ! مستحيل أن يكون هذا قد تم بتلك الكيفية . كل واحد يعلم أن الأرض نفسها لم تعمر أكثر من ٦٠٠٠ سنة » .

ولكن الأعوام مرت وتغيرت الأفكار . وجاءت البراهين على أن الأرض كانت أقدم مما ظن الناس بكثير جداً . وتحول أتباع ڤيرنر واحداً فواحداً إلى هاتون ، بل ضحكوا وسخروا لأنهم آمنوا بقصة المحيط الطينى .

وقالوا : « إن هاتون على حق ، لا يجوز أن نفكر فى قشرة الأرض كشىء تم تكوّنه منذ زمن بعيد ، فالطبيعة ما زالت مشغولة بإتمامه . إنها تصنع صخوراً فى هذه اللحظة — تصنع بعضها وتحيل بعضها الآخر حطاماً » .

ثم تأملوا كل شىء حولهم بنظرة جديدة .

فماذا رأوا ؟

رأوا أنه ما من شىء فى هذه الدنيا يظل على حاله دقيقة بعد أخرى . رأوا أن الصخر فى حالة تغير دائماً أبداً . فلو أن شاطئاً مكوناً من مواد لينة يمكننا أن نراه لرأيناه يتغير عاماً بعد عام .

وهكذا الحال فى رأس « كيب كود » ، فالرأس والجزر التى حوله تنكمش

طول الوقت ، فالبحر ينحت من الشاطىء بمقدار قدم إلى ست أقدام كل عام . أما فى إنجلترا فالجروف الطباشيرية بالقرب من دوفر تتعرض لعملية اختفاء بسرعة أكبر ، ففى فترة سنة واحدة يتراجع خط الساحل بما يقرب من خمس عشرة قدماً .

وفى أماكن أخرى يمكننا أن نلاحظ تغير الساحل بمعدل ضئيل جداً على مدى جيل كامل . فنذهب العام بعد العام إلى ساحل نعرفه ولا نلحظ أى فرق . فهناك نرى نفس الجرف ونفس الشاطىء ، ونرى عند حافة الماء كوماً من الجلاميد يبدو كأنه يلازم مكانه دائماً .

ويأتى يوم من الأيام قد نتحدث فيه إلى صياد كهل ، فيشير إلى كوم الجلاميد ويقول :

« إنى أتذكر عندما كان هذا الكوم من الصخور جزءاً من الجرف ، لقد كان يبدو بارزاً كالرف ، ثم ثارت عاصفة عاتية ذات يوم فأسقطته » .

وننظر إلى البحر يعب عبابه وهو يتقدم فنحاول أن نتفهم كيف حدث ذلك . ونراقب الموج يلتقط الرمل والحصى ويقذف به الجرف ، فنفكر : « كيف يحتمل الصخر ذلك ؟ » .

ثم نلاحظ أن هناك عند قاعدة الجرف قد تكونت فجوة . وستكبر الفجوة وتكبر كلما واصلت الأمواج لفحها* بالحصى والرمل تحمله . يمكننا أن نرى ذلك فى الحال . وبعد مرور عدة سنين يتنأ أعلى الجرف كأنه رف ، ولا يكون هناك شيء تحته ليقيمه ، ثم تأتى العاصفة . وتلطم الأمواج الغاضبة وجه الجرف ، فينهار الرف حطاماً ، ويتحول إلى كومة من آلاف الكسر عند قاعدة الجرف ، إنه سيصير تماماً ذلك الكوم الآخر من الصخور الذى يغمره البحر الآن .

لنلتقط بعض الحصى من الشاطىء ، وندع الرمل الدافئ الجاف ينساب

* لفحها : ضربها .



جروف عظيمة على طول القنال الإنجليزى أبلاها البحر

بين أصابعنا. سيصعب علينا أن نتصور أن هذا الحصى وهذا الرمل كان يوماً ما جزءاً من ذلك الجرف .

ولكن يمكننا أن نرقب الأمواج وهى تعمل على تفتيت الصخور الساقطة محولة إياها إلى قطع أصغر وأصغر دائماً . يمكننا أن نرى كيف صار الحصى مستديراً وناعماً . إن كل موجة تلتقط الأحجار الصغيرة وتدحرجها طاحنة بعضها ببعض ، فتبلى وتستدير أركانها الحادة إن عاجلا أو آجلا .

وستحقق فى دهشة أن هذا الرمل ينساب بلطف بين أصابعنا هو كتلة من تلك الأركان الحادة الصغيرة التى تهشمت !

إن خطوط الشواطىء تتغير ويمكننا أن نرى الكثير منها وهى تتغير أمامنا ، ولكن هناك تغيرات أخرى فى الصخور لا يمكننا أن نراها – حتى فى أثناء حياة جيل من الأجيال ، أو حتى عدة أجيال . فالجبال تبدو لنا هى هى دائماً ولا يمكننا أن نرى أى تغير ينتابها حتى فى خلال ألف سنة . ومع ذلك ، فهى كالشاطىء ، لا تبقى كما هى تماماً حتى لمدة دقيقتين . فمن اللحظة التى تبدأ فيها قراءة هذه الصفحة إلى اللحظة التى تكمل فيها قراءتها، يكون كل جبل فى الدنيا قد تغير شيئاً بسيطاً جداً .

ولك أن تسأل : « أنى لك أن تعرف أن تغيراً قد حدث إذا لم يمكنك أن ترى ذلك التغير؟ » .

هناك أدلة كثيرة على أن الجبال تتغير . وأبسط هذه الأدلة كلها يمكنك أن تتبينه بنفسك فى أول مرة تكون فيها بالقرب من أحد الجبال .

وانظر إلى هذا الجبل . إنه يبدو كما كان فى أيام كولومبوس . ولكنك ترى عند سفحه كوماً من الصخور المحطمة والرمال . وعلى منحدره كوماً آخر . هذا هو برهانك على أن الجبل يتغير ، وهذا هو الدليل على أنه يبلى قليلا قليلا .

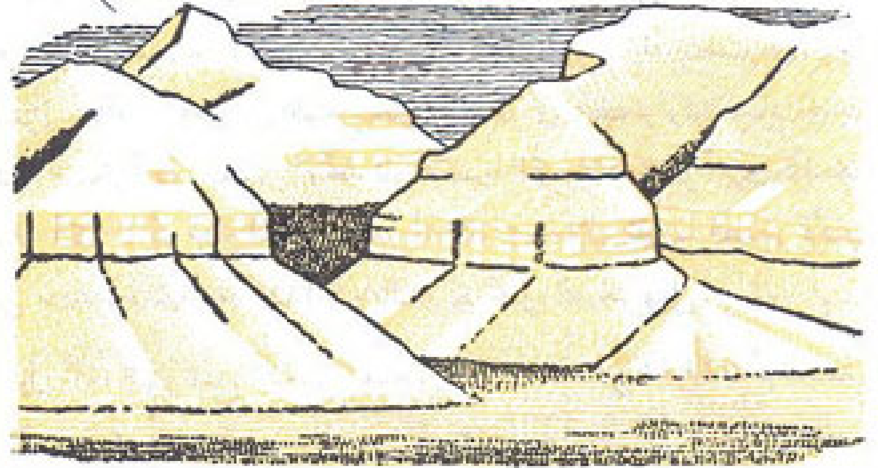
لقد جاءت هذه الأكوام من الجبل بالطبع ، ويمكننا أن نرى أنها تتألف من قطع قدت منه بالتأثير الجوى .

ذلك المحيط من الهواء الذى يعلونا والذى نسميه بالجو وترى أنه جميل جداً بلونه الأزرق وسحابه الأبيض هو عدو كبير للصخور . إنه ينحت فى الجبل باستمرار . اتحد أكسيجين الهواء ببعض العناصر فى الصخر وكون مواد جديدة جعلت الصخر أكثر ضعفاً . واتحد ثانى أكسيد الكربون بعناصر أخرى فأضعف الصخر أكثر ، ثم جاء المطر ، وتسرب الماء فى خلال ثقوب الصخر فأذاب بعض مادته وحملها معه بعيداً . وبالتدريج تحلل الصخر وبلى .

وفى أثناء النهار تلفح الشمس الصخور فتتمدد هذه من الحرارة . ثم تنكمش من البرودة فى أثناء الليل . لقد حدث هذا مراراً وتكراراً لسنين وسنين . وأخيراً تشققت الصخور وتكوّن الندى فوق السطح وتسرب ماء المطر إلى داخل الشقوق . وكلنا يعرف أن درجة الحرارة منخفضة فوق الجبال ، حتى فى الصيف ، لذلك تتجمد المياه التى بداخل الثقوب والشقوق فى الصخور أثناء الليل . وإذا ما تجمدت المياه وتحولت إلى جليد ، تمددت وضغطت بشدة على جدران الثقوب والشقوق ، وتهشمت قطع كبيرة وصغيرة ، وتدحرجت إلى



تلفح الأمواج الجروف بما تحمله من صخور ورمال



حتى الشمس والمطر والهواء تتسبب فى بلى الجبال

قاعدة المنحدر . وهناك ترقد هذه القطع فى هيئة كوم مخروطى الشكل يسميه العلماء بالركام .

وأنت تسأل : «كم من الزمن لزم للهواء والمطر والشمس والصقيع والريح لتبلى هذا الجزء من الجبل ؟» .

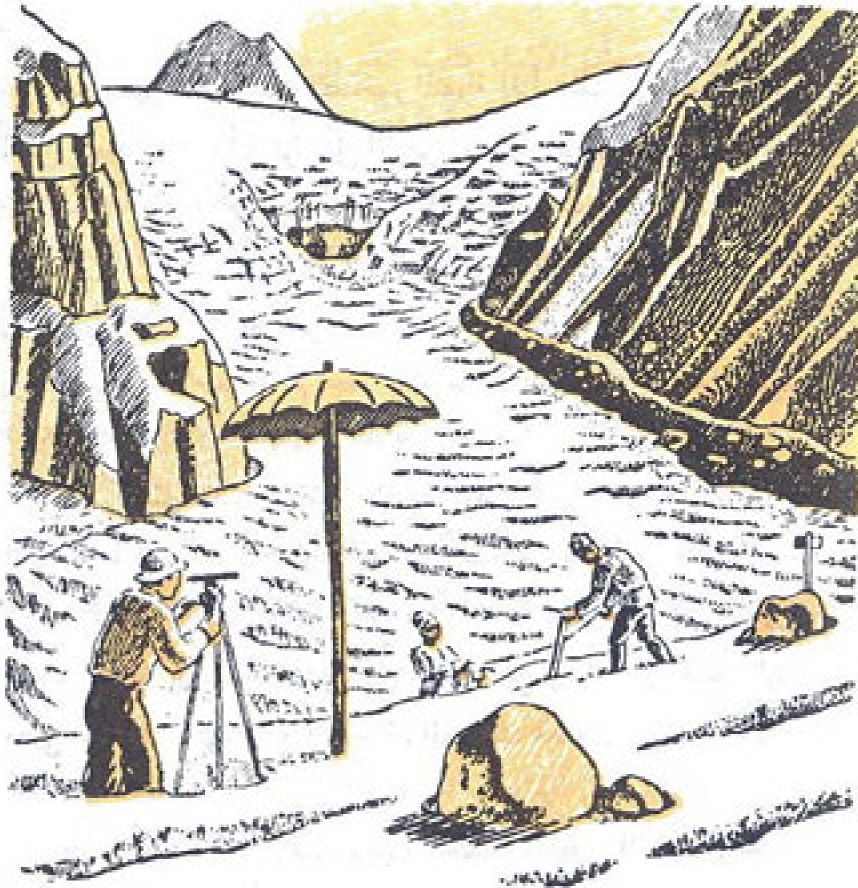
إنه وقت طويل ، بالتأكيد آلاف من السنين ، إذ ليس هناك شىء فى الدنيا يتغير بالبطء الذى تتغير به الجبال .

قد يبلى جبل ما بما يساوى أربع بوصات فى مدى ألف سنة . وهذا لا يعدو نحو ربع البوصة فى خلال جيل .

٥

من أين جاءت الجلاميد ؟

إذا كنت قد ذهبت إلى نيوإنجلاند فى الولايات المتحدة الأمريكية فلا بد أن تلحظ أنها أكثر بقعة حجرية فى العالم ، فكل مزرعة قديمة هناك محوطة بسور من الجدران الحجرية . المراعى مليئة بالجلاميد التى يبلغ بعضها حجم بيت بأسره . ولكنها ليست جزءاً من الأديم الصخرى . لقد جىء بها من مسافات أميال عديدة .



لاحظ أجاسيز الجلاميد الهائلة مقيدة فى الثلجة



كان الوادى على شكل الرقم « ٧ » قبل أن تحتله المثلجة

وفيما مضى كانت تلك الصخور المنقولة لغزاً عظيماً بالنسبة للجميع ، وكان الناس يتعجبون : « أية قوة على الأرض جاءت بها إلى هناك ؟ إن شيئاً قد أتى بها إلى هناك ، ولكن أى شىء ، هذا الذى أتى بها ؟ » .

وظن الناس ردحاً طويلا أن طوفان نوح لابد هو الذى اكتسح تلك الجلاميد إلى « نيوإنجلاند » . ولم يكن هذا معقولا ، ولكن لم يكن هناك شىء آخر ينسب إليه أصل الجلاميد . ثم جاء بعد مائة سنة أستاذ جامعى سويسرى يسمى « لوى أجاسيز» واهتدى إلى الطريق القويم .

لقد كانت هناك جلاميد مشابهة تماماً فى وديان وطنه . . . وكانت هناك مثلها تماماً متجمدة فى المثالج بجبال الألب السويسرية . وقال الأستاذ لنفسه : « ربما كانت الوديان الآن أكثر دفئاً مما كانت عليه فى الماضى . وربما كانت المثالج أيضاً قد امتدت إلى أسفل حتى وصلت إلى هذه الوديان فى وقت مضى . وربما تكون هذه المثالج قد انصهرت فخلفت وراءها تلك الجلاميد التى كانت تحملها »

وقرر أجاسيز أن يراقب ويرى مسلك المثالج فاتخذ كوخاً بنى له فوق إحداها ودعا بعض أصدقائه لمرافقته . ولبّى أصدقاؤه الدعوة حتى لا تفوتهم

صقلت المثلجة الوادى حتى شكلته فى هيئة حرف النون « ن »

مغامرة مثيرة كهذه ، ولو أن الأشياء كانت تنذر بزحام وإقلاق للراحة .

وظل الجماعة يراقبون المثلجة لعدة شهور . لقد حفروا ثقوباً فى الجليد ووضعوا بها مقاييس الحرارة ليسجلوا درجات الحرارة عند الأعماق المختلفة فيها . وبواسطة أدوات المساحة عينوا مواقع ثمانية عشر جلموداً كبيراً مقيدة فى الجليد . كان أجاسيز يقصد بهذا أن يراقب الجلاميد عاماً بعد عام ليرى بأى سرعة تتحرك المثلجة .

لقد تعلم أجاسيز الشىء الكثير عن المثالج . وقبل أن تنتهى المخاطرة بوقت طويل آمن بأن هاتون كان على حق عندما قال « الحاضر هو مفتاح الماضى » .

لاحظ « أجاسيز» أن ما تعمله المثالج فى هذا الوقت هو نفس ما كانت تعمله من آلاف السنين — كل ما فى الأمر أن ما كانت تعمله فى الماضى البعيد كان على مقياس أكبر كثيراً . لقد استنتج أن قلنسوة جليدية كبرى — كتلك التى تستقر فوق جرينلاند الآن — كانت تستقر يوماً ما فوق معظم شمال أوربا وكل كندا والجزء الشمالى من الولايات المتحدة .

وذهب أجاسيز إلى أمريكا ليشاهد جلاميد نيوإنجلاند أيضاً . وقال إن المثلجة قد جمعتها وحملتها معها وهى تتحرك صوب الجنوب .

كيف قامت المثلجة بهذا العمل ؟

تعمل المثلجة تماماً كما يعمل المحراث ، ولكن بدلا من أن يكون لها نصل واحد ، لها ألف نصل . فكل صخر متجمد فى قاعها يقوم مقام سلاح المحراث وكلما تحركت المثلجة إلى الأمام ، فإن الصخور المتجمدة فى قاعها تدأب على اقتلاع قطع أخرى من الصخر .

ولكن ليس هذا كل القصة . فالجليد نفسه يقضم أطناناً فوق أطنان من الصخور ويحملها معه . ويحدث ذلك خاصة عندما تنساب إحدى المثالج فى واد ، فهناك ينحصر الجليد بين جدران الجبال ، وتنشع المياه خلال شقوق تلك الجدران وتتجمد ثم تتمدد . وعندئذ تتحطم كسف ضخمة من الصخور وتسقط فوق الجليد فتحملها المثلجة معها كأنما هى المزلجة .

ويمكن لأى شخص أن يتعرف على واد تكون قد مرّت به مثلجة فى الماضى . إنه يشاهد أن هذه المثلجة قد اقتلعت الكثير من الصخور من جدران الجبل وحرثت كثيراً من الصخور فى أرضية الوادى حتى استدارت الجوانب والأرضية .



كثير من الجلاميد فى «نيوإنجلاند» قد أتت بها المثالج

وصارت كالحوض . وقبل أن تمر المثلجة خلال وادى «بوسيميتى» فى ولاية كاليفورنيا كان الوادى فى شكل الرقم «٧» ، أما الآن فهو فى شكل حرف «ن» .

تبدو المثالج غير ضاره إلى حد كبير لأنها تزحف ببطء شديد ، ولكنها حيثما حلت تترك آثارها على الصخور . وليس وادى البوسيميتى الوادى الوحيد الذى غيرته المثالج من شكل رقم «٧» إلى شكل حرف «ن» . لقد حفرت مئات من الوديان وصقلت وبَرَتْ عدداً لا يعد من الجبال . وقد نزلت بالجلاميد وبعثرتها فوق مئات الآلاف من الأميال المربعة ، وحفرت كثيراً من البحيرات الموجودة فى العالم الآن .

إن المثالج هى العدو الدائم للصخور .

٦

تحت ، تحت ، تحت

تحت ، تحت ، تحت . فى كل مكان حولنا تتحطم الصخور وتنهار وتسقط إلى أسفل .

وقد نذهب فى نزهة بسيارة ونقترب من مرتفع ما فنجد لافتة مكتوباً عليها : « احذر الصخور الساقطة ، إن الجبال تنهار » .

وقد نتصفح الجريدة فنقرأ الآتى : « انهيار يمحو قرية » . إن التلال تنهار .

وإذا رأينا جماعة يعرشون الكروم فوق منحدر على جانب الطريق ، فإنهم يزرعون سياجاً من أشياء نامية حتى تمسك التربة فى مكانها . وبدون هذا السياج النامى فإن كل شىء ينهار

كل خانق ، وكل واد يدلان على أن الصخور تتقوض وتنهار ، وكذلك كل نهر ينقل الفضلات الصخرية نحو البحر .

وهناك فى الجنوب الغربى (من الولايات المتحدة) تقع إحدى العجائب الطبيعية الكبرى — تلك هى الأخدود العظيم بنهر كاورادو . وفى كل عام يفد آلاف السياح من كل مكان فى العالم ليشاهدوا الأخدود العظيم . وبالرغم من أنهم يتصايحون عجباً بالمنظر ، إلا أن القليل منهم من يفهم كنه ما ينظر إليه .

إن أخدود كلورادو العظيم هو أضخم الأمثلة على الصخور التى هدمها الماء والريح والهواء

قف على حافة الأخدود العظيم وتطلع ، سترى أمامك هوة جبارة تمتد بقدر ما يمكنك أن ترى . ويبلغ عرضها أكثر من ثمانية أميال ، وطولها ثلثمائة ميل ،

وعمقها ميل واحد . وهناك فى قاع الهوة يجرى نهر كلورادو الذى يبدو عديم الأهمية تماماً .

تطلع وسيبدو لك أن ما تنظر إليه ليس هوة ولكنه سلسلتان من الجبال . ويبدو ظهر كل جبل مسطحاً ، كما أن كل جبل تراه مكون من طبقات من الصخور بعضها فوق بعض . ويمكنك أن ترى الطبقات بوضوح إذ أنها مختلفة الألوان ، فبعضها أحمر وبعضها أخضر ، والبعض رمادى ، والبعض الآخر أبيض . ويبدو المنظر كله كأنما صور من الورق المقوى ذى الألوان الزاهية .

ماذا يعنيه كل ذلك ؟ ما هو تفسير هذا العجب ؟

ذلك النهر الذى يبدو ضئيلا على عمق ميل هو المسئول عن كل ما حدث هنا . فى وقت مضى لم تكن هناك هوة . وكان النهر ينساب على المنسوب الذى



يمكنك أن ترى نهر كلورادو من حافة الأخدود العظيم وهو ينحت طريقه خلال طبقات من الصخور بعضها فوق بعض

تقف عليه . إن نهر كلورادو نهر غزير الطين . لقد استعمل ما يحمله من غرين وطين وأحجار كأدوات ينحر ويحفر بها طريقه ويصقله خلال ميل من الصخور . لقد نحتت المياه التي جرت فى نهر كلورادو جانب الأخدود .

لقد نحت نهر كلورادو وروافده الجبال من هضبة كلورادو بمساعدة الهواء والمطر والشمس والصقيع والرياح . لقد استغرق منه هذا عمل مليون سنة .

كم من الصخر حطمت هذه العوامل خلال ذلك الوقت ؟

يمكنك أن تأخذ فكرة هذا من كمية الفتات الصخرى الذى ينقله النهر الآن . إنه ينقل إلى البحر فى كل ساعة ١١،٠٠٠ طن من الطين والحجارة ! لقد عكف على هذا العمل أربعاً وعشرين ساعة فى اليوم ، سبعة أيام فى الأسبوع لمدة مليون سنة !

ولكن هذا ليس بنهاية المطاف ، بل إنه نقطة فى منتصف الطريق ، إذ أن نهر كلورادو ما زال هو وروافده ينحر ويحفر ويصقل ، وستنكمش الجبال شيئاً فشيئاً أكثر من ذلك .

وستنتقل شيئاً فشيئاً إلى البحر . وهكذا مآل الجبال جميعاً إلى الزوال .



٧
البر يثأر لنفسه

لك أن تسأل هذا السؤال : « إذا كان الصخر يتفتت وينهار منذ ملايين السنين ، فكيف نفسر إذن وجود جبال تبلغ ارتفاعاتها أميالا فى الوقت الحاضر ؟ »

والجواب بسيط . فبالرغم من أن جبالنا الحاضرة تبدو كأنها غاية فى القدم . إلا أنها فى الحقيقة لم تزل حديثة . إن الطبيعة لم يتوافر لديها من الوقت بعد ما يكفى لهدمها ودكها حتى منسوب البحر مثلما دكت غيرها من جبال أقدم منها كانت موجودة فيما مضى . وعندما يتاح للطبيعة الزمن الكافى فستبلى جبال روكى ، كما أبلت كل الجبال الأخرى .

إن أمريكا الشمالية ترتفع الآن عالياً فوق مستوى سطح البحر ، ولكنها لم تكن كذلك دائماً . لقد سويت تلك القارة المرة بعد المرة إلى المستوى الذى مكّن البحار من غشيانها . وفى بعض الأحيان كان معظم أمريكا الشمالية تحت البحر — لقد كانت تبدو كمجموعة من الجزائر أكثر منها قارة . ولكن البرّ كان يستعيد مكانه دائماً .

فالصخور تتكون كما أنها تتفكك أيضاً ، وهى تُرفع وتَشمخ كما تندك وتسوّى . وبالرغم من أن الجبال تبلى وتزول ، فإن جبالا جديدة تقوم وترتفع دائماً .

ولكى نهدأ بالا يجب أن نعرف أن هذا يحدث ببطء شديد جداً . وهناك نوع واحد فقط من الجبال يرتفع بسرعة . وذاك هو البركان .

وقد سنحت لنا الفرصة فى عام ١٩٤٣ أن نتأكد من مدى السرعة التى يرتفع بها البركان . فى ذلك العام ولد بركان جديد تماماً فى حقل للقمح بالمكسيك وكان هناك فلاح اسمه « ديونزيو برليدو » يحرث الحقل فى ذلك الوقت ، وقد



فى سنة ١٩٤٣ ثار بركان فى حقل من القمح بالمكسيك

شاهد البركان منذ اللحظة التى بدأ فيها .

قال ديونزيو إنه رأى بعض الدخان يتصاعد من مكان منخفض فى الحقل . وظن أن « عقب » سيجارته التى دخنها قد أشعل النار فى بعض أعواد القمح فذهب ليرى ماذا حدث . كان الدخان يتصاعد بشدة من شق فى الأرض . وبينما وقف هناك ينظر ، بدأت الأرض فى الارتجاج ، ثم انشقت شقاً واسعاً وهى تزأر . وعصفت بقبعته ريح عاتية طارت بها عالياً فى الهواء .

وقال الفلاح إنه ذعر ذعراً شديداً وأطلق ساقيه للريح . ولكنه نظر خلفه بالفعل ، فما راعه إلا أن رأى الصخور وكأنما تتقاذفها الحمم البركانية من داخل الأرض نحو السماء .

وما إن ذهب ديونزيو وأحضر القسيس وبعض الرجال الشجعان الآخرين ليروا العجب كان قد تساقط الكثير من الصخور المدخنة حول الفتحة حتى صار الكوم فى ارتفاع شجرة . ووقف الناس عند حافة حقل القمح يراقبون البركان

طول الليل . ومع الصباح بلغ ارتفاع الكوم مائتى قدم !

ظل « باريكوتين » — وهذا هو الاسم الذى أطلقه المكسيكيون على ذلك البركان — ظل ينمو ويرتفع . ومر أسبوع بأكمله قبل أن يحدث أى شىء آخر . ثم بدأت الصخور المنصهرة تندفع إلى الخارج . وقبل أن يتوقف نشاط باريكوتين كان قد تسرب منه ملايين الأطنان من الصخور المنصهرة . أما الجبل نفسه فقد ظل ينمو حتى بلغ ارتفاعه ١٦٠٠ قدم .

نحن لا ندرى ما إذا كانت كل الجبال البركانية قد بدأت بنفس الطريقة التى بدأ بها « باريكوتين » ولكننا نعرف أنها جميعاً بنيت من الصخور التى تدفقت من حلوقها هى . ونسمى القطع الكبيرة التى تندفع طائرة بالقنابل ، أما الصغيرة فنسميها الرماد ، والصخور السائلة نسميها الحمم . ولكننا كذلك لدينا اسم واحد لكل الصخور التى تخرج من باطن الأرض . إننا نسميها جميعاً بالصخور النارية .

لقد استعيرت هذه الكلمة التى تشير إلى الأصل النارى من الاعتقاد القديم بأن باطن الأرض من نار . لقد ظن القدماء أن الأرض جوفاء وأن الرياح العاتية التى تندفع هنا وهناك فى الكهوف التى تحت السطح ولدت النار من الصخور . ونحن الآن نعلم أنه لا توجد أى نار فى باطن الأرض إلا أنه من المؤكد أن باطنها على درجة من الحرارة كافية لصهر الصخور . ولكننا عاكفون على تسمية كل صخر يأتى من باطن الأرض بأنه صخر نارى .

لقد لزم لباريكوتين تسع سنوات كى يبنى مخروطاً ارتفاعه ١٦٠٠ قدم . فكم لزم من الزمن لبناء بركان شاهق فعلا مثل فيزوف بإيطاليا ؟

أغلب الظن أن ذلك استغرق آلافاً عديدة من السنين . لأننا نعرف أن مخروطاً ضخماً لا يقوم هكذا مرة واحدة . وأحياناً تسود فترات طويلة من



يبنى البركان من صخور تندفع من حلق البركان نفسه



يلزم لبركان عال آلاف السنين ليبنى نفسه

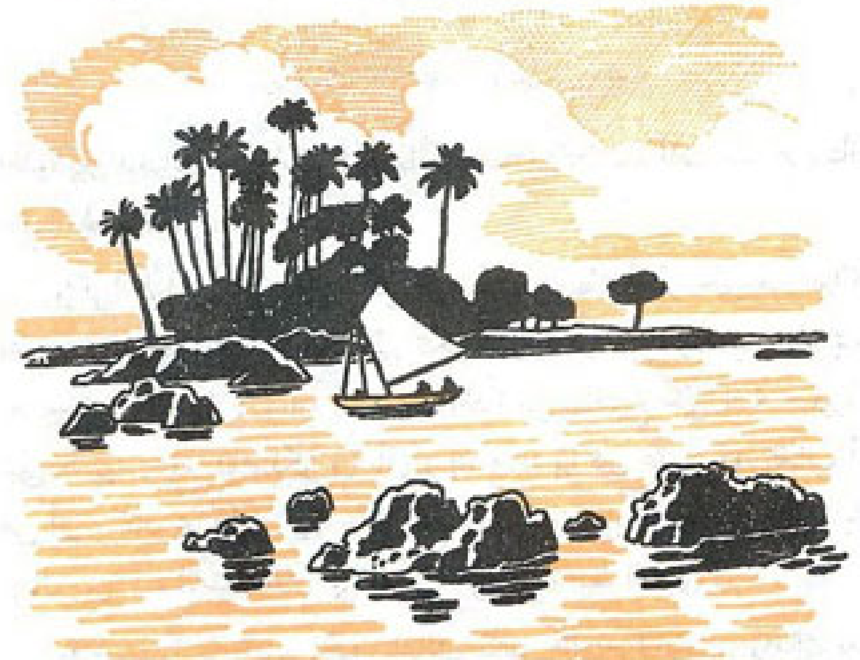
الهدوء بين فيضانين من الحمم . وأحياناً يخمد البركان لمدة ألف سنة ثم يستأنف طفح الحمم ثانياً .

ولكن البراكين التى على شكل القباب تنمو ببطء أكثر حتى من البراكين المخروطية الكبيرة ، إذ أن الحمم التى تتكون منها أكثر سيولة وتنساب حالا بمجرد خروجها من الفتحة . ويلزم عدد كبير جداً من الطفوح حتى لقبة صغيرة كى تبنى نفسها . ومع ذلك فكر فيما يأتى : إن هناك براكين على شكل القباب أعلى من أى بركان مخروطى . إن جزائر هاواى براكين قبابية ضخمة . تلك الجزر جبال بنتها فيضانات الحمم التى انبثقت من قاع المحيط العميق .

وكثير جداً من جزر المحيط الهادى بنتها طفوح الحمم . وكذلك بعض جزر المحيط الأطلسى . أيسلاندة مثلا جزيرة بركانية وقد اندلع فيها فيض كبير من الحمم منذ مائتى سنة فقط . ثم تفتحت الأرض عن اثنين وعشرين شقاً ،

ظلت تطفح بالحمم التى بدت كأنها لن تتوقف أبداً .

ولكن طفح أيسلاندة هذا لم يكن شيئاً بالنسبة لطفوح الشقوق التى حدثت فى الماضى . لقد كان هناك وقت طفحت فيه الحمم فى أمريكا الشمالية من شقوق فى الأرض وانتشرت كأنها البحر فوق ولاية واشنطون الغربية وأريجون وايداهو . لقد غطى ذلك البحر الصخرى مساحة أكبر من نيو إنجلاند كلها . وفى بعض الأماكن كان عمق الحمم ميلا . وفى ولاية وايومنج بنت الحمم المتعاقبة الهضبة التى يقع عليها متنزه « يللوستون بارك » الآن . وقد حدث مثل ذلك فى قارات أخرى ، ففى أورجواى والبرازيل والهند بنت الحمم هضاباً أكبر اتساعاً .



كثير من جزر المحيط الهادى بنتها طفوح الحمم

٨

فوق ، فوق ، فوق

لا شك أن البراكين ظواهر تأخذ بالألباب . ومفعولها سريع إذا ما قورنت بالقوى الطبيعية الأخرى . ولكننا لو اعتمدنا على الحمم فى تعلية البر لكسب البحر المعركة دائماً .

ولحسن الحظ فإن هناك شيئاً آخر دأب على رفع الجبال والهضاب . وكثير من هذه لم تبن بناء ولكنها ببساطة قد دفعت إلى أعلى . وهذا يحدث لأن الصخر ليس فى الحقيقة جامداً كما يبدو لنا .

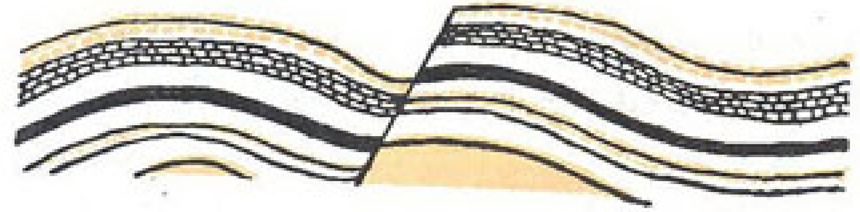
بالطبع لو أنك التقطت صخراً وحاولت ثنيه فلن تفلح . ولكن الصخر ينثنى ، كما ينثنى الصلب ، لو أن قوة كافية ظلت تضغط عليه ببطء .

ومثل ذلك الضغط يحدث باستمرار فى أماكن معينة فى باطن الأرض . وعندما يكون الضغط كبيراً بالقدر الكافى فإن طبقات الصخور فى الأرض تنثنى ولكن إذا زاد الضغط أكثر مما تحتمل الصخور فإن هذه تتصدع . وعندما تتصدع تتحرك إلى مكان آخر حتى تتخلص من الجهد الواقع عليها .

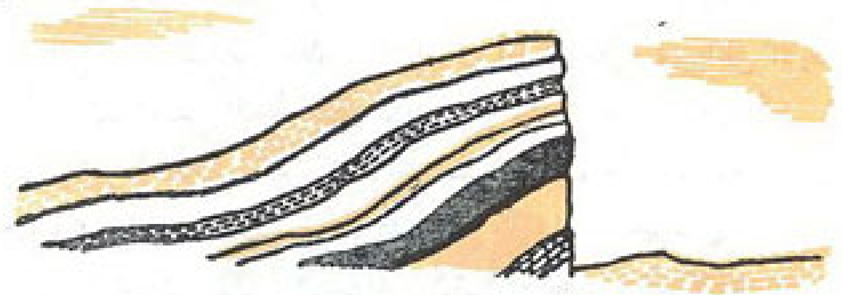
وحينما يحدث ذلك تحت سطح الأرض ، فإننا نحن فوق السطح نشعر أن الأرض تهتز . وأحياناً لا يحدث شىء غير ذلك حيث نحن فوق السطح . ولكن أحياناً أخرى يصل التصدع حتى السطح ، وبهذا يمكننا أن نرى الصدع حينئذ .

وفى بعض الأحيان تتشقق الصخور حتى الدرجة التى تؤدى إلى ظهور فجوة بين القطع الناتجة من ذلك . وأحياناً تكون شدة التصدع بحيث تنزلق القطع فى اتجاهات مختلفة على طول الشق . إننا نسمى تلك الأماكن حيث تنشق الصخور وتتحرك بعيداً عن بعضها البعض بالصدوع . وقد يكون مدى

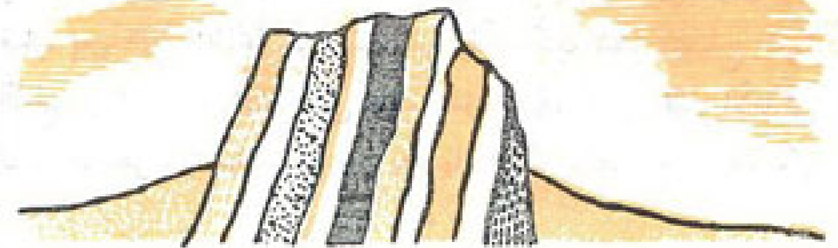
عرض الصدع فى مبدئه عدة بوصات فقط أو عدة أقدام . ولكن مع تزايد التصدع فى المكان نفسه قد يصل إلى آلاف الأميال بل عدة أميال .



وفى بعض الأحيان قد يظل جانب من الصخور المتصدع يعلو ويعلو حتى يكوّن جبلا عظيماً ، أحد جوانبه شديد الانحدار ، والآخر ذو انحدار لطيف هكذا :



وأحياناً يحدث التصدع فى مكانين وترتفع كتلة من الصخور رأسياً هكذا:



أو قد تميل هكذا :



وأحياناً أخرى يصيب التصدع منطقة كبيرة بأسرها فتقوم جبال بارزة ذات ارتفاعات مختلفة فوق المنطقة كلها هكذا :



وفى أمريكا يوجد هذا النوع من الجبال فى الحوض العظيم بولاية نيفادا حيث ينتأ كل جبل من الأرض بنفس الطريقة التى يوجد عليها القالب الحجرى مائلاً من مكانه فى ممشاة قديمة من القوالب الحجرية ، كل جبل كتلة ضخمة منفصلة من الصخر ارتفعت إلى أعلى .

إن جبال سيرا نيفادا بولاية كاليفورنيا هى الأخرى على هذا الطراز ، وليست تلك السلسلة الجبلية كلها إلا كتلة واحدة ضخمة مائلة ، طولها ٤٠٠ ميل وعرضها ٦٠ ميلا . وينحدر بلطف الجانب المواجه للمحيط الهادى من تلك الجبال الكتلية ، أما جانبها الشرقى فهو شديد الانحدار ويرتفع فى بعض الأماكن أكثر من ميلين فوق الصحراء .

ويمكنك أن تطمئن أن جبال سيرا لم تبلغ ذلك الارتفاع فجأة . ولم يكن التواء كتلة الصخور الكبرى حركة واحدة ، بل حركات كثيرة . فبالرغم من أن جرفاً عرف أنه تحرك إلى أعلى خمسين قدماً مرة واحدة ، إلا أن ذلك لا يحدث كثيراً .

٩

قاع البحر يبرز

ذات مرة ، بينما كان الناس فى بداية تفهم الصخور ، عثر أحد علماء التاريخ الطبيعى على محارات بحرية فوق جبال الأنديز . وقد دهش الرجل عندما تساءل : ماذا جاء بالمحارات البحرية إلى صخور ترتفع أميالا فى الهواء ؟ لا يمكن أن تعنى المحارات البحرية غير شىء واحد — إنها تعنى البحر . وصاح الرجل عجباً : « لكنه جنون أن نفكر أن البحر كان هنا فى يوم من الأيام ! » ولم يكن فى استطاعته أن يصدق ذلك .

ونحن الآن نعرف أنه ليس جنوناً أن نفكر أن البحر كان يتلاطم يوماً ما حيث تستقر جبال الأنديز . إننا نعرف أن بحراً عرضه ألف ميل انساب حيث تقوم جبال روكى . كذلك كان هناك بحر فى مكان جبال أبلاش . والهيمالايا والألب والأنديز كلها قامت من البحر .

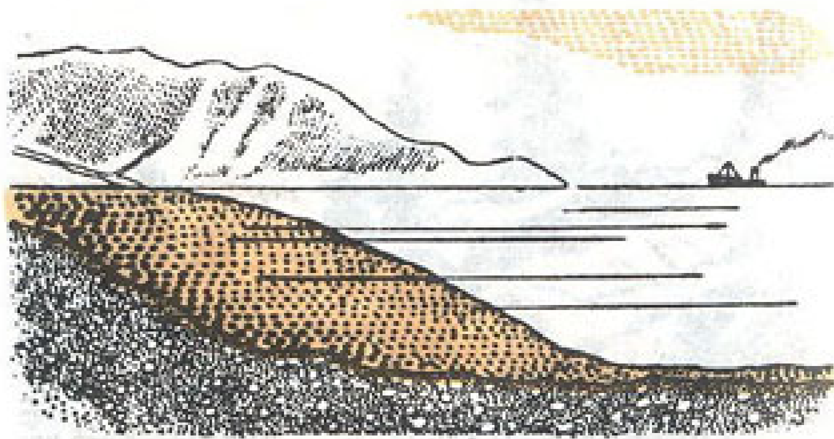
ليس هناك اتفاق بين العلماء على السر الذى يحدو بالطبيعة لصنع ذلك الشىء الغريب — لماذا تختار الطبيعة أن ترفع قاع بحر ما لتحوله إلى جبال . ولكنهم جميعاً متفقون على كيفية حدوث ذلك — إنهم يقولون لنا إن ذلك يبدأ بتجمع كمية هائلة من الرواسب فوق قاع أحد البحار .

بالطبع تتجمع الرواسب فوق قاع كل بحر . إذ أن الجداول والأنهار تحمل الرواسب والحصى لتفرغها فى البحار . وهذا نهاية المطاف بالنسبة للحصى والرواسب . وهنا أيضاً المكان الذى تنشر فيه الأمواج قطع الصخور التى تقرعها على الشاطىء وتهشمها هى وتلك التى تحملها الأنهار إلى البحر . ولكن هناك بعض البحار التى استقبلت كميات غير عادية من الرواسب . إن البحار التى فاضت حيث تقوم الآن سلاسل الجبال الكبرى كانت بحاراً كهذه .

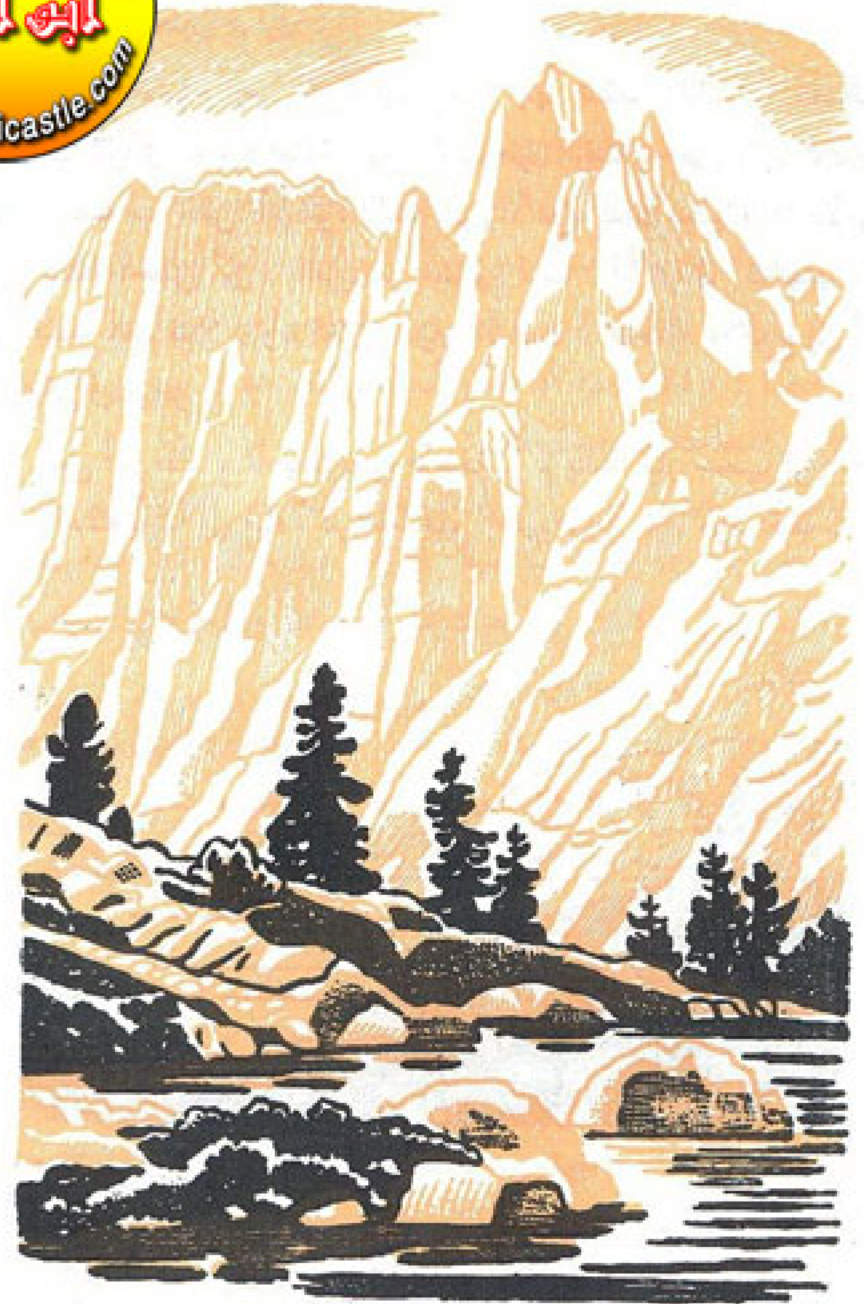
كيف يحدث ذلك ؟ كيف يبرز قاع البحر ؟ هيا بنا نضغط ملايين السنين فى صفحتين ثم نرى .

لنرقب الأمواج وهى تجىء وتذهب . إنها تلتقط الفضلات الصخرية لتلقى بها ثانياً فى دورة لا نهائية . وهى تلعب طول الوقت بالحصى والرمل والطين ، فتفرز بعضه من بعض . أما المواد الخشنة فهى الأثقل ، لذلك فحينما تذهب الأمواج فإنما تسقط الحصى أولا ، بالقرب من الشاطئ تماماً . أما الرمال فتحملها معها إلى مسافة أبعد قليلا . وأما الطين ، وهو الأخف ، فتحمله الأمواج إلى أبعد ما يمكن فى البحر .

وعلى أى حال ، فأحياناً تهب عاصفة ، ثم يتلوها تيار سحب قوى يحمل المواد الخشنة بعيداً إلى مياه أكثر عمقاً فيلقى بحصى ورمل فوق مواد دقيقة ترسبت



تنقل الجداول والأنهار الحصى والرواسب إلى الجبال



نبتت أعظم الجبال كلها من قاع البحر





تلتقط الأمواج الحصى والرمل والطين وتلقى بها فى دورة لانهائية

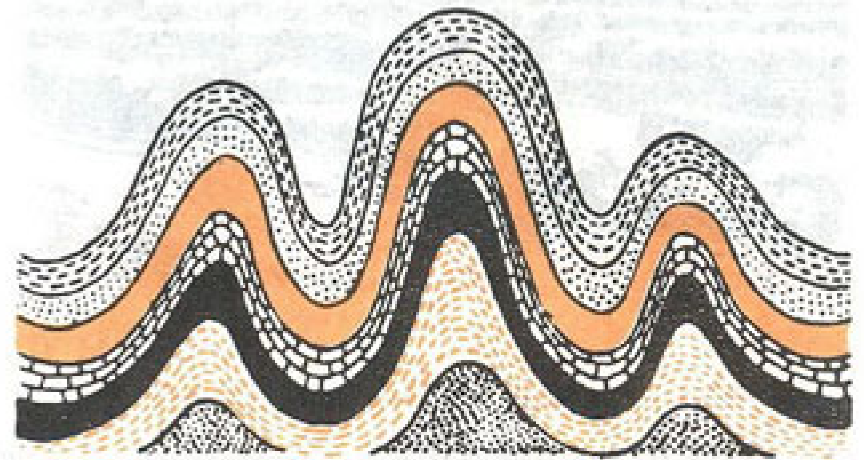
هناك عند ما كان البحر هادئاً . طبقة دقيقة فطبقة خشنة وأخرى دقيقة ثم خشنة وهكذا يزداد التجمع الصخرى سمكاً .

إن الرواسب ثقيلة ، وهى تضغط فوق قاع البحر . ويأتى الوقت الذى تكون فيه الفضلات الصخرية المتراكمة بالكثرة التى تجعل الحمل أثقل من اللازم ، وعندئذ يبدأ قاع البحر فى الهبوط بالتدريج . مع طول الوقت ، وفى أثناء هذا الهبوط ، يتراكم مزيد من الرواسب وتظل الأنهار تسقط حمولتها . والأمواج تضيف إليها ما تهشمه من الشاطئ وتظل تهدم وتلعب بالحطام وتهزه .

تزداد الرواسب سمكاً فوق قاع البحر حتى يصل سمكها أميالا . وهنا تكون كل الطبقات السفلى قد تحولت إلى صخور . إنها لم تعد بعد رمالاً مفككة وطيناً وحصى وجلاميد . . لقد ضغطها ثقل الرواسب فوقها وأدمجها بإحكام . ورسبت المياه مواد معدنية فى الفجوات المفتوحة بين جسيماتها . وانضغطت المواد المعدنية بإحكام شديد لدرجة أنها تلحم كل شيء بعضه إلى بعض. لقد صارت الرواسب صخراً رسوبياً .

والآن تبدأ حركة دفع ، ليست كتلك التى سببت حدوث الجبال الكتلية . فالدفع ليس إلى أعلى . سيكون هناك دفع إلى أعلى فيما بعد ، متأخر جداً .

أما أول الدفع فيأتى من الجانب فيثنى الصخر ويبدأ فى التجعد هكذا .



وتعلو بعض الطيات إلى عنان السماء ، بينما تنخسف الأخرى إلى أسفل فى داخل الأرض . وتبدو طبقات الصخر التى كانت مسطحة تماماً وكأنها الآن لوح الغسيل المتعرج .

وماذا جرى للبحر فى الوقت نفسه ؟ لقد تلاشى ، وانحسرت مياهه وتصرفت إلى حوض المحيط العميق . إن قاع البحر الآن سلسلة منخفضة من الجبال . إنه يقف منتظراً الدفع إلى أعلى — منتظراً أن يلعب دوره فى الصراع ضد المطر والريح والهواء والجليد والأمواج والمياه الجارية .

١٠

عن المعادن

كيف نتعرف على الصخور ؟

إننا نعرف الشجرة من فاكهتها ، ومن أوراقها ، ومن لحائها . ونعرف الطير من حجمه ومن شكله ومن لونه ومن تغريده . فبأى شىء نتعرف على الصخور ؟ إنها ليست لها شكل أو حجم خاص . فكثير من الصخور المختلفة يشترك فى اللون نفسه ، كما أن معظمها يمكن أن يوجد على ألوان مختلفة كثيرة . إن الصخور تظل كما هى على مر الفصول ، فهى لا تسقط أوراقاً ولا تحمل بذوراً ، ولا تبنى أعشاشاً ، ولا تضع بيضاً . إن الصخور لا تصنع شيئاً — ليست لها عادات . وإذن فكيف يمكننا تمييزها ؟

إن علينا أن نميزها جزئياً من أحجامها وأشكالها ، ومن طريقة ترتيب الحبات المكونة لها . ويمكننا أن نميز صخراً أحياناً من درجة صلادته ، وأحياناً يمكننا أن نتعرف عليه من مجرد الطريقة التى ينكسر بها .

ولكننا فى الغالب نميز الصخور بواسطة المعادن التى تتكون منها .

لو أنك أمسكت فى يديك بقطعة من الجرانيت واختبرتها بدقة ، فإنك ستعرف على التو ماذا نعنى بكلمة معادن . والجرانيت صخر أرقط ، وبفحصه ستعرف أنه مكون من حبات متساوية فى الحجم تقريباً ولكن بعضها فاتحة وبعضها الأخرى قاتمة . وستبدو لك بعض الحبات الفاتحة اللون كالزجاج ، وسيكون لغيرها أسطح ملساء . وسيمكنك إذا استعملت ظفرك أن تنزع بعض الشظايا الورقية الرقيقة القاتمة ، بينما لن يمكنك ذلك مع بعض الحبات القاتمة الأخرى .

من الواضح أن الجرانيت خليط من عدة أشياء مختلفة . ومثل كعكة الفواكه



إننا نتعرف على الصخر من حجمه وشكله والحبات التى يتكون منها

التى تحتوى على الزبيب والنارنج والبندق ، فالجرانيت خليط من عدة مكونات يمكن التعرف عليها بسهولة . وكل من هذه المكونات معدن .

ربما تكون قطعة الجرانيت التى بيدك بالذات خليطاً من أربعة معادن — الكوارتز والفلسپار والميكا والهورنبلند . فستكون المعادن الفاتحة اللون الزجاجية المظهر هى الكوارتز ، وتلك ذات الأسطح الملساء هى الفلسپار . وستكون البقع الداكنة اللون التى يمكن أن تنزعها بظفرك هى الميكا السوداء . أما البقع القاتمة الأخرى فهى الهورنبلند .

ولكنك لو التقطت بدلا من قطعة الجرانيت ، قطعة صخر من نوع آخر ، فستجد أنها خليط مختلف من المعادن . وقد تحتوى على ثلاثة أو أربعة أو « دستة » من المعادن ، أو قد تجدها مكونة من معدن واحد فقط . فالرخام مثلا يتكون من معدن واحد فقط هو : الكالسيت . وملح الطعام يتكون من معدن واحد هو: الهاليت .

وقد تتساءل : « وهل علينا إذن أن نعرف كل المعادن حتى نعرف الصخور؟ لا ، بالتأكيد . وهذا من حسن الحظ ، إذ أن هناك ما بين ألف وثلثمائة وألف وأربعمائة معدن مختلف فى القشرة الأرضية . ونحن لا حاجة بنا لمعرفة النادر

منها — فهو لا يشترك فى تكوين الصخور الشائعة . ولكى نعرف الصخور الشائعة فنحن لا نحتاج إلا للتعرف على الشائع فقط من المعادن المكونة للصخور — أى على المعادن التى تكون صخوراً عادية كالجرانيت والحجر الجيرى والشست .

ليس هناك عدد كبير من تلك المعادن . وكبداية فإن «دستة» منها تكفى . وستجد بها قائمة موصوفة فى آخر هذا الكتاب ، حتى إذا ما صادفت اسم معدن جديد فيمكنك إن شئت أن تطلع عليها . وعندما تبدأ فى تكوين مجموعتك الخاصة من الصخور يمكنك أن ترجع إلى القائمة وتقابل معادنك على الأوصاف التى بها .

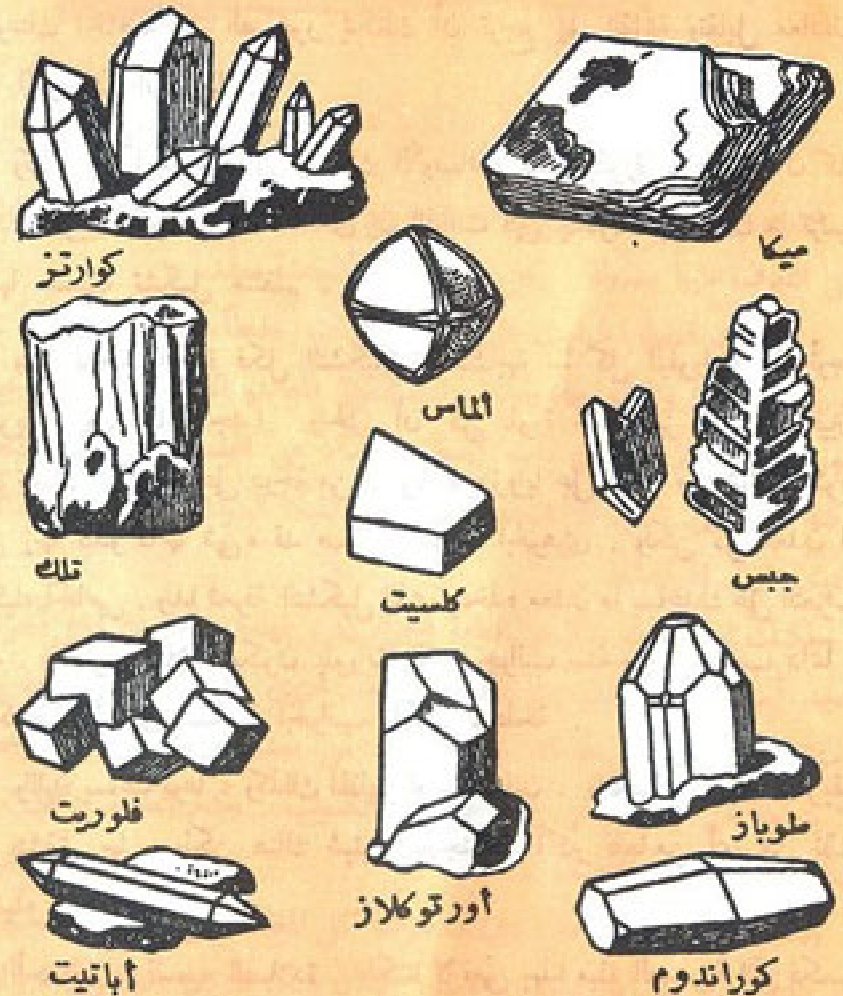
وكثيراً جداً ما ستقابل فى تلك الأوصاف كلمة بلورة ، ذلك لأن كل المعادن تقريباً تكون بلورات ، أى إن الذرات التى يتكون منها معدن ما ترتب نفسها حسب تشكيل منتظم .

ومن ناحية واحدة فكل التشكيلات متشابهة — كل البلورات لها أوجه مستوية وزوايا حادة جداً . والحق أن كل بلورة تجد الحيز والوقت الكافيين للنمو تتكون لها أوجه على درجة من النعومة ، وزوايا على درجة من كمال التكوّن حتى إنها تبدو كأنها شىء قد صقلته أدوات الجوهرى . ولكن كل معدن له تشكيله الخاص . ولذا فمعرفة التشكيل الذى يتخذه معدن ما يساعدك على التعرف عليه . فالكوارتز مثلا ، يكوّن بلورات ذات جوانب ستة ورأس مدبب دائماً . والميكا هى الأخرى سداسية الجوانب ولكنها مسطحة .

واللون يساعد نوعاً ، وكذلك المظهر العام للمعدن ، وانفصامه ، أى الطريقة التى يتشقق بها . ولكن هناك شيئين ستجدهما أكثر نفعاً من أى من تلك الأشياء .

أحدهما ما نسميه الصلادة . ولكننا لا نعنى بهذا مبلغ الصعوبة التى نكسر بها المعدن . فالماس مثلا أشد المعادن صلادة ، ومع ذلك فقد تهشمه طرقة خفيفة

من مطرقة . ونحن نقصد بصلادة المعدن مبلغ الصعوبة التى تخدشه بها . وقد شكل مقياس للصلادة من عشر درجات . وأسهل المعادن خدشاً هو رقم ١ الطلق (التلك) وأصعبها هو رقم ١٠ (الماس) . كل معدن فى هذا المقياس يخدش المعدن السابق له ولكنه لا يمكن أن يخدش به :



كل البلورات لها أوجه مستوية وزوايا حادة جداً



اختبار درجة الصلادة

مقياس الصلادة :

١ ـ الطلق (التلك)	٦ ـ الأرثوكلاز .
٢ ـ الجبس .	٧ ـ الكوارتز .
٣ ـ الكلسيت .	٨ ـ الطوباز .
٤ ـ الفلوريت .	٩ ـ الكوراندوم .
٥ ـ الأباتيت .	١٠ ـ ألماس .

ولست بحاجة أن تكون لك مجموعتك الخاصة من تلك المعادن العشرة كى تختبر الصلادة . بل يمكنك أن تصنع لنفسك مقياساً . وسيتكون ذلك من ظفرك ، وعملة نحاسية ، ومبراة ، وقطعة من الزجاج ، وكسرة من معدن الكوارتز . ستقوم هذه الأشياء الخمسة مقام المعادن تقريباً فى كشف الدرجات الثمان الأولى للصلادة . ومن النادر أن يكون هناك شىء أشد صلادة من درجة الصلادة « ٨ »

وسيكون هذا المقياس الذى تصنعه لنفسك على الوجه الآتى :

١ ـ يمكنك خدش المعدن بظفرك .

٢ ـ يمكنك بالكاد* خدش المعدن بصعوبة بظفرك .

٣ ـ يمكنك بصعوبة خدشه بقطعة من العملة النحاسية .

٤ ـ يمكنك خدشه بسهولة بالمبراة ، ولكنه لن يخدش بالعملة النحاسية . ولن يخدش المعدن الزجاج .

* الكاد : المشقة .

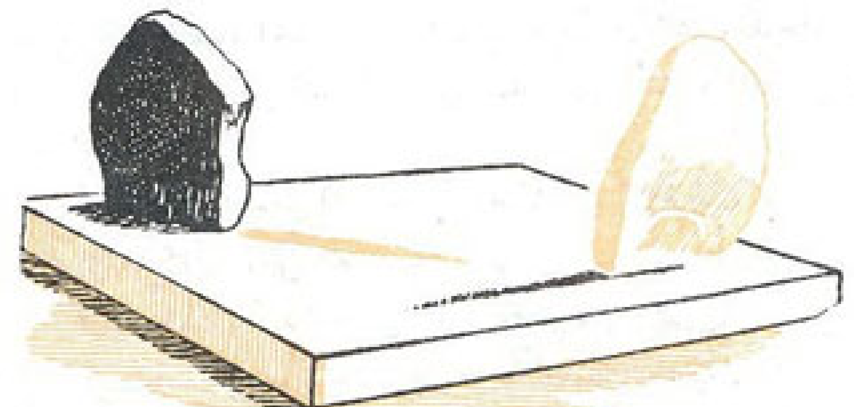
٥ — يمكنك بالكاد خدش المعدن بصعوبة بالمبراة . والمعدن يخدش الزجاج بصعوبة بالغة ؟

٦ — لا يمكنك مطلقاً خدش المعدن بواسطة المبراة ولكنه يخدش الزجاج بسهولة .

٧ — يخدش المعدن كلا من مبراتك والزجاج .

٨ — يمكن للمعدن أن يخدش الكوارتز .

هذا يكفى بالنسبة للصلادة . وهيا ننتقل الآن إلى الشىء الآخر العظيم الفائدة . وهذا ما نسميه المَخْدَش . ونعنى به اللون الذى ينتجه المعدن عندما تحكه على قطعة غير مصقولة من الخزف ، كظهر بلاطة عادية من بلاط الحمام مثلا . فمن الغريب أن المخدش الذى يصنعه معدن ما يختلف فى الغالب اختلافاً تاماً عن لون المعدن نفسه . وقد يكون المعدن أسود ومع ذلك يكون مخدشه أصفر ، أو قد يكون أخضر ومع ذلك يحدث مخدشاً أبيض . لذلك فإن المخدش يمكن الاعتماد عليه أكثر من اللون ، لأن وجود الشوائب فى المعدن قد تغير من لونه .



ينبئنا مخدش المعدن عنه أكثر مما ينبئنا عنه لونه

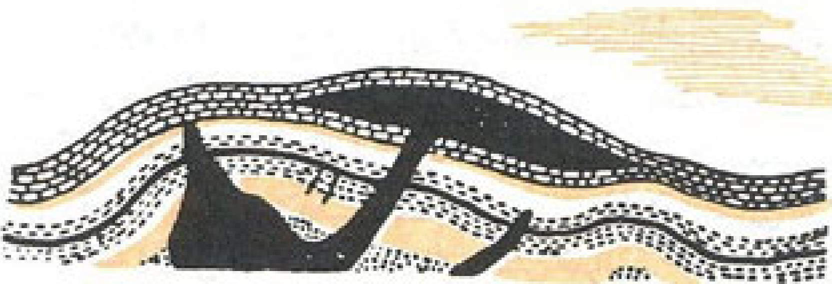
١١

ملك الصخور

كل واحد رأى الجرانيت . إنه موجود فى العالم بكميات كبيرة جداً ، وهو يستعمل فى أغراض كثيرة جداً ! فمهما بعدت مدينة ما عن منطقة جرانيتية ، فلا بد من أن يكون بها على الأقل تمثال واحد من الجرانيت . وأكبر الاحتمال هو أنك ملاقيه قائماً بفخر وسط الميدان حيث يقف السياح ليقرءوا هذه العبارة المنقوشة عليه : « فلان وفلان صنعا كذا وكذا » .

ولكن ماذا لو تكلم الجرانيت عن نفسه ؟ فأى قصة يروى ؟

ستتحدث كل قطعة من الجرانيت عن مخاطرات تحت الأرض . فبالرغم من أننا نرى الجرانيت غالباً فوق السطح ، إلا أن هذا ليس موطن الجرانيت ، وككل الصخور النارية فإن الجرانيت يطهى فى « مطابخ » الأرض الحارة المظلمة ، وهو يصعد من أسفل فى هيئة كتلة منصهرة يتصاعد منها البخار نسميها الصهارة . ولكن صهارة الجرانيت لا تندلع فوق سطح الأرض كالحمم . إنها تصعد بعض الطريق إلى أعلى ثم تتوقف ، وهى تتوقف وتمكث هناك بين بين ، لا فوق ولا تحت . تبرد وتكوّن بلورات متحولة إلى صخر صلد متين .



غالباً ما تنتشر الصهارة بين طبقات الصخور الرسوبية

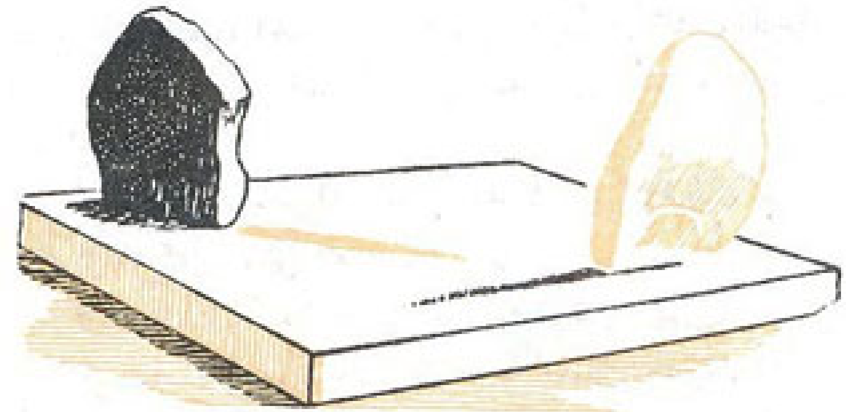
٥ – يمكنك بالكاد خدش المعدن بصعوبة بالمبراة . والمعدن يخدش الزجاج بصعوبة بالغة ؛

٦ – لا يمكنك مطلقاً خدش المعدن بواسطة المبراة ولكنه يخدش الزجاج بسهولة .

٧ – يخدش المعدن كلا من مبراتك والزجاج .

٨ – يمكن للمعدن أن يخدش الكوارتز ؛

هذا يكفى بالنسبة للصلادة . وهيا ننتقل الآن إلى الشىء الآخر العظيم الفائدة . وهذا ما نسميه المَخْدَش . ونعنى به اللون الذى ينتجه المعدن عندما نحكه على قطعة غير مصقولة من الخزف ، كظهر بلاطة عادية من بلاط الحمام مثلا . فمن الغريب أن المخدش الذى يصنعه معدن ما يختلف فى الغالب اختلافاً تاماً عن لون المعدن نفسه . وقد يكون المعدن أسود ومع ذلك يكون مخدشه أصفر ، أو قد يكون أخضر ومع ذلك يحدث مخدشاً أبيض . لذلك فإن المخدش يمكن الاعتماد عليه أكثر من اللون ، لأن وجود الشوائب فى المعدن قد تغير من لونه .



ينبئنا مخدش المعدن عنه أكثر مما ينبئنا عنه لونه

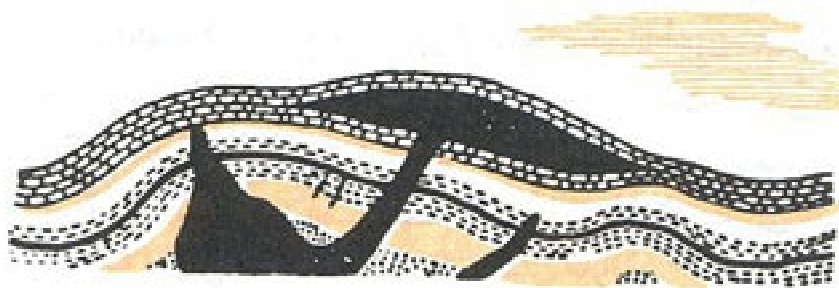
١١

ملك الصخور

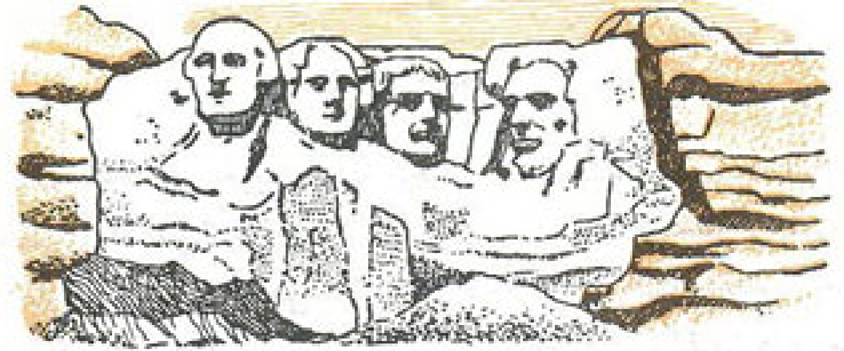
كل واحد رأى الجرانيت . إنه موجود فى العالم بكميات كبيرة جداً ، وهو يستعمل فى أغراض كثيرة جداً ! فمهما بعدت مدينة ما عن منطقة جرانيتية ، فلا بد من أن يكون بها على الأقل تمثال واحد من الجرانيت . وأكبر الاحتمال هو أنك ملاقيه قائماً بفخر وسط الميدان حيث يقف السياح ليقرءوا هذه العبارة المنقوشة عليه : « فلان وفلان صنعا كذا وكذا » .

ولكن ماذا لو تكلم الجرانيت عن نفسه ؟ فأى قصة يروى ؟

ستتحدث كل قطعة من الجرانيت عن مخاطرات تحت الأرض . فبالرغم من أننا نرى الجرانيت غالباً فوق السطح ، إلا أن هذا ليس موطن الجرانيت ، وككل الصخور النارية فإن الجرانيت يطهى فى « مطابخ » الأرض الحارة المظلمة ، وهو يصعد من أسفل فى هيئة كتلة منصهرة يتصاعد منها البخار نسميها الصهارة . ولكن صهارة الجرانيت لا تندلع فوق سطح الأرض كالحمم . إنها تصعد بعض الطريق إلى أعلى ثم تتوقف ، وهى تتوقف وتمكث هناك بين بين ، لا فوق ولا تحت . تبرد وتتكوّن بلورات متحولة إلى صخر صلد متين .



غالباً ما تنتشر الصهارة بين طبقات الصخور الرسوبية



إن تماثيل راشمور التذكارية منحوتة فى الجرانيت الصلدة

ولن يرى الجرانيت ضوء النهار قبل أن تُبلى الشمس والريح والماء ما فوقه من صخور وتزيلها .

وما الذى يجعل الصهير الصخرى يصعد إلى أعلى ؟ لكم يتمنى العلماء أن يعرفوا ماذا يدفع الصهارة إلى رحلتها ! إن كل ما يعرفونه أنها تصعد ، كما أنهم يعتقدون أنها تنحت طريقها إلى أعلى . وهى قمينة * بأن تفعل ذلك بسهولة مما هى عليه من حرارة وبما تحويه من غازات .

وتجد الصهارة أحياناً مكاناً لها بين طبقات من الصخور الرسوبية حيث تنتشر كالصحيفة . والصهارة أحياناً تندس فى الشقوق الصاعدة والهابطة فى الصخور التى فوقها مكونة قواطع واسعة وعروقاً ضيقة . وأحياناً أخرى تنحت كتلة من الصهارة طريقها إلى أعلى حتى تكاد تصل إلى السطح نفسه حيث تتمدد هناك . وكحشو الكعكة الذى يندفع نحو القشرة العليا ، فإن الصهارة تسبب انبعاج طبقة الصخر إلى أعلى . وتبدو بحيرة الصهارة بعنفها الضارب إلى أسفل وجسمها الذى على شكل القبة ، مثل نبتة ضخمة من نبت عيش الغراب .

تتحول معظم الصهارات التى لا تصل إلى السطح نفسه إلى جرانيت

* قمينة : جديرة .

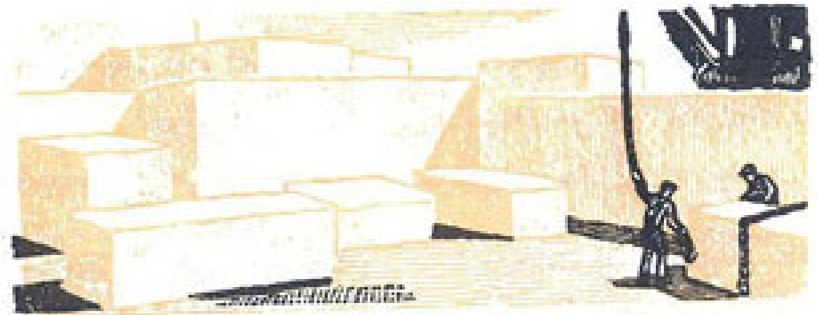
وهكذا يمكنك أن تعلم كم من الجرانيت لا بد أن يكون موجوداً فى العالم . وحقاً فإن معظم مادة القارات من الجرانيت . وحتى الجبال المجعدة التى رأينا أنها تتكون من الصخور الرسوبية فهى فى أساسها الداخلى من الجرانيت ، ذلك لأن الصهارة تشق طريقها بين طياتها حيث تتصلب هناك .

إن بعض صخور الجرانيت لعلى درجة من الضخامة والتعمق فى داخل الأرض حتى إن قيعانها لم يعثر عليها أحد أبداً . مثل تلك الصخور تسمى باتوليثات الجرانيت ، أى الصخور العميقة . وهناك باتوليثات من الجرانيت تمتد أميالا وأميالا . وإحدى مجموعاتها بالذات — وهى أضخمها جميعاً — تغطى مليونين من الأميال المربعة !

وهذه هى من أقدم الصخور التى نعرفها . إنها تمتد فوق جزء من كندا وتسمى بالدرع الكندية . ذلك لأنها تتخذ شكلا يشبه الدرع . وقد اعتاد الجيولوجيون أن يفكروا أن الدرع الكندية ربما كانت فعلاً جزءاً من أول قشرة تكونت للأرض . ولكننا نعرف الآن أن هؤلاء العلماء كانوا مخطئين . إن كل صخور القشرة الأولى قد ذهبت ، لقد تحولت كلها إلى صخور رسوبية ، وليست الدرع الكندية إلا مجموعة من الباتوليثات الضخمة القديمة جداً .

ولكن لك أن تسأل : « إذا كان كل الجرانيت قد تكون بالطريقة نفسها ، فلماذا لا يكون كله باللون نفسه ؟ »

ذلك لأن الصهارات ليست كلها سواء . إن ما يحدد لون الجرانيت هو نوع الفلسبار الذى بالصهارة ، لذلك فإن الجرانيت يمكن أن يكون ذا ألوان كثيرة . وبالرغم من أنك ترى الجرانيت غالباً باللون الرمادى أو الوردى ، فهو قد يكون أيضاً أصفر أو أخضر . وستذكر أن جرانيت « هاتون » المشهور كان أحمر اللون .

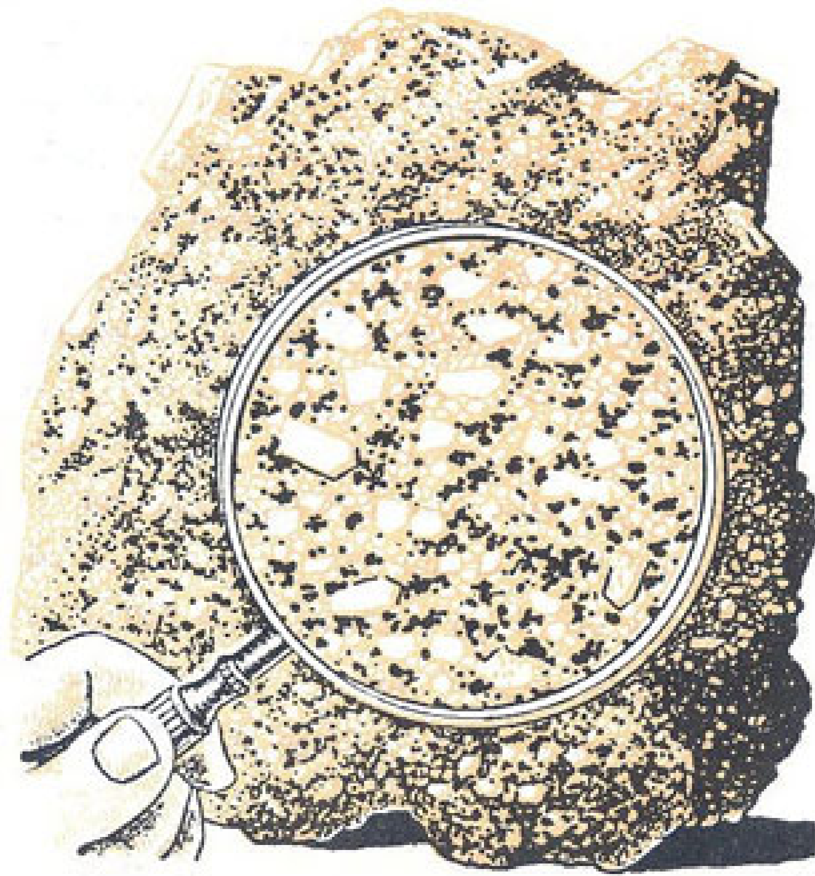


قد يكون الجرانيت رمادياً أو وردياً أو أصفر أو أخضر أو أحمر

وقد تقول : « نعم ، ولكنى رأيت جرانيتاً حباته بحجم حب البازلاء ، وليس كل الجرانيت على هذه الدرجة من الخشونة . فماذا يجعل بعضه خشناً وبعضه الآخر غير ذلك ؟ » .

إن كل الجرانيت محبب — وهذا هو السبب فى تسميته بالجرانيت (أى المحبب) ولكن الواقع أن بعض الجرانيت حباته أكبر من بعضه الآخر . ويتوقف هذا أساساً على طول الوقت الذى استغرقته البلورات فى نموها . فالبلورات أشياء غريبة — إذ هى تحتاج لوقت كى تنمو . وطالما كانت الصهارة حامية جداً ، فالبلورات لا تتكون إطلاقاً . ولكنها ما إن تبدأ فى البرودة حتى تبدأ البلورات فى التكون . وتنمو البلورات بإضافة جزء صغير إلى آخر . وكلما استغرقت الصهارة وقتاً أطول لكى تبرد كان هناك وقت أوسع لدى البلورات كى تنمو وتصل إلى أحجام أكبر . والقاعدة أنه كلما كانت الصهارة أعمق فى باطن الأرض كان تبردها أبطأ ، وتكونت منها بلورات أكبر . ويمكن لحبات الجرانيت أن تكون دقيقة كحبات الرمال ، ويمكن أن تكون فى حجم حبات البازلاء ، كما يمكن أن تكون أكبر كثيراً جداً .

وهناك نوع واحد من الجرانيت يصل طول بلوراته إلى عدة أقدام وتزن أطناناً . ويسمى هذا الصخر بالبجماتيت أو الجرانيت العملاق . وهناك



بعض بلورات الجرانيت كامل وبعضها الآخر ناقص التكون

بجماتيت فى مدينة « مين » به بلورات من الفلسپار طول الواحدة منها عشرون قدماً . وقد استخرجت بلورة واحدة عملاقة من الفلسبار من صخر بجماتيت بشمال كارولينا بأمريكا ملأت عربتى نقل . وتعرف بلورة واحدة من الميكا بلغ وزنها تسعين طناً .

وحيث إن بلورات البجماتيت على هذه الدرجة من الضخامة فهى بالطبع صخر قيم جداً . ويستخرج الفلسپار منه لغرض تلميع الصينى . وتستعمل بلورات الميكا التى يحتوى عليها فى أغراض العزل الكهربائى ، ويحتوى البجماتيت

أيضاً بلورات أخرى هامة بجانب البلورات العادية التى توجد فى الجرانيت ، ففيه الطوباز والبريل أو الزمرد ، كما أن الراديوم يستخرج من أحد مكوناته الأخرى ، والجرانيت صخر صلب بدرجة مدهشة . فانظر إلى قطعة منه من خلال عدسة مكبرة وستدرك السبب .

سترى أن بعض المعادن فى هيئة بلورات كاملة ذوات جوانب ملساء وزوايا حادة ، بينما بعضها الآخر غير منتظم . وتلك المعادن غير المنتظمة ليست لها حتى أوجه مسطحة أو زوايا حادة ، ذلك لأن المعادن لم تتكون كلها فى وقت واحد .

فعندما بردت الصهارة كان أول معدن يبدأ فى تكوين بلورات هو الهورنبلند . لقد كان لديه متسع من المكان يتكون فيه ، لذلك كون بلورات كاملة . ثم تبلورت الميكا السوداء بعد ذلك ، وهى لم تكون بلورات كاملة لأنه كان هناك جيران يزاحمونها . ثم انفصل الفلسبار بعد ذلك وكون بلورات أقل وأقل كمالا . وملأ الكوارتز الفراغات بين المعادن الأخرى . والنتيجة أن كل شىء



يوجد الجرانيت فى المساحات الموضحة باللون

فى الجرانيت يكون شديد الالتصاق بعضه فى بعض — الشىء الذى يجعل الجرانيت شديد الصلابة .

وصلابة الجرانيت جعلته من أكثر الصخور فائدة فى العالم . فمنه تصنع الأساسات المتينة والدعامات القوية . ويصلح لعمل الجسور البحرية التى تحمى الشواطئ من الأمواج التى تتلاطم عليها . ويمكن كذلك قطع الجرانيت فى أى شكل ، كما يمكن صقله إلى درجة كبيرة . لذلك فهو يستعمل كثيراً فى صنع التماثيل وفى الأبنية .

إن الجرانيت هو ملك الصخور بلا منازع .

١٢

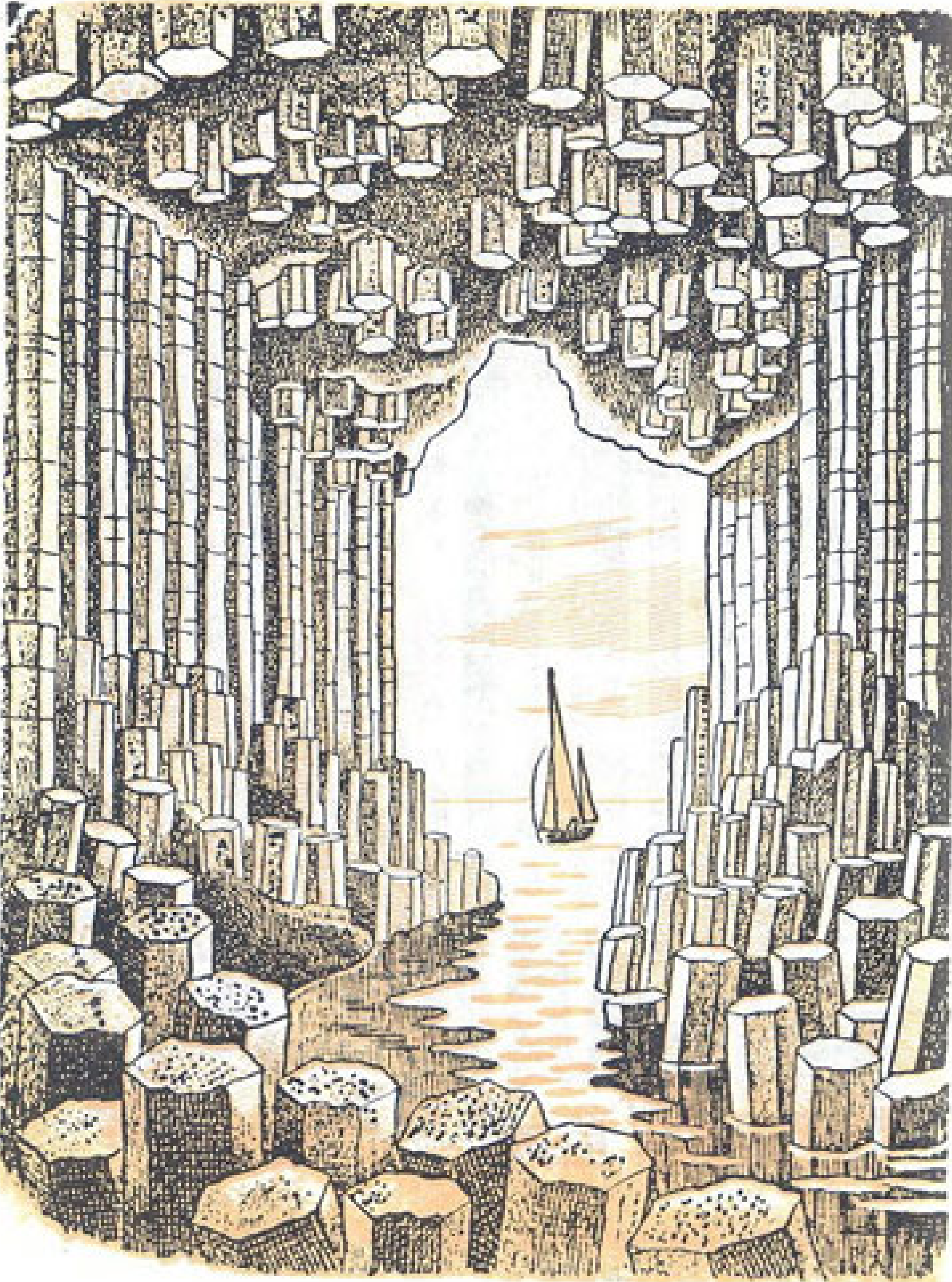
صخران من الحمم

لو أنك ألقيت نظرة على الخريطة بالصفحة (٦٠) فسترى أن هناك كثيراً من الجرانيت فى الشرق والغرب . ولكن لأن الجرانيت لا يظهر فى العراء حتى يبلى غطاؤه من الصخور الرسوبية ، فإن مساحات كبيرة من أمريكا الشمالية ليس بها جرانيت ظاهر لنا . ووادى المسيسبى يكاد يكون خالياً تماماً من أى جرانيت . ولكن الجرانيت صخر خاف هناك . إنه مختبئ على عمق كبير جداً تحت كل الصخور الأخرى .

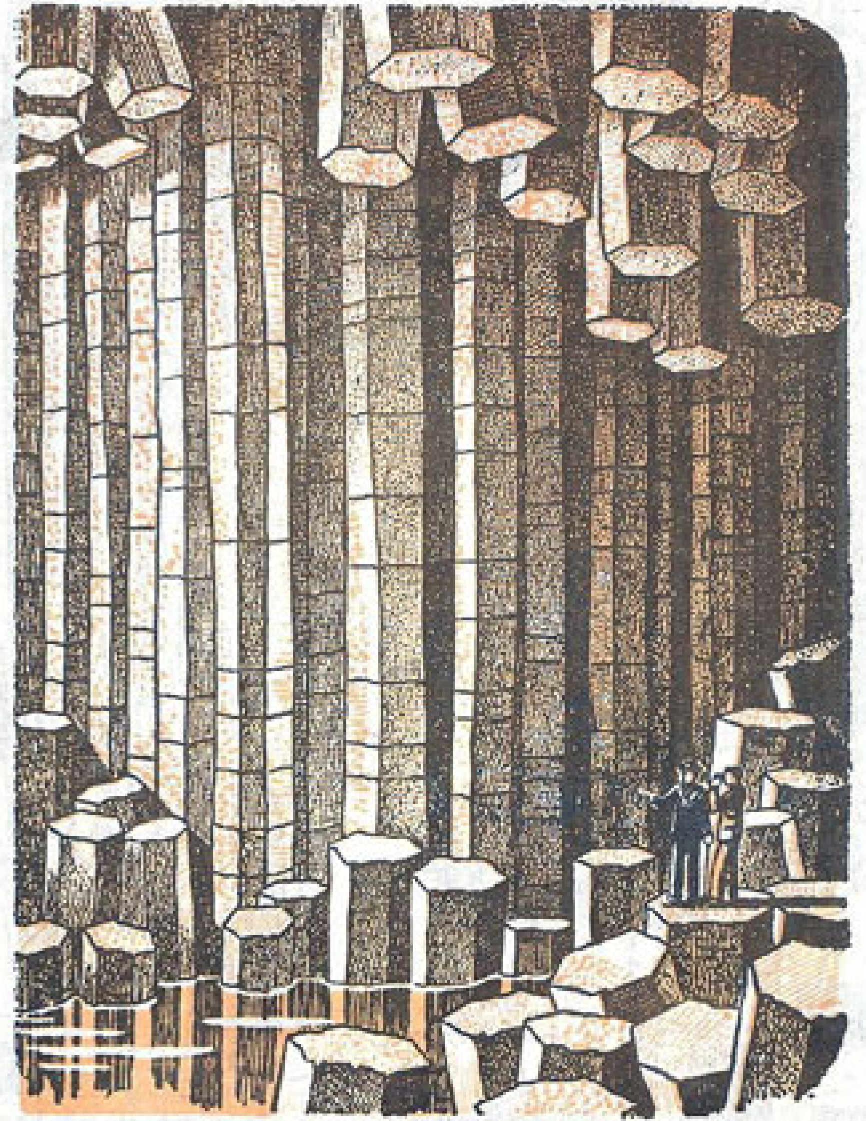
والواقع أن المنطقة الوسطى من الولايات المتحدة ليست مكاناً صالحاً للبحث عن أية صخور نارية ، فحتى تلك التى وصلت إلى السطح لا توجد هناك . وتظهر صخور الحمم كلها تقريباً فى الغرب . فهناك فى الغرب كانت طفوح الشقوق أعظم ما يمكن . وهناك أيضاً كانت الحمم تندلع من البراكين .

وربما يدهشك أن تسمع أن هناك براكين فى أمريكا ، ولكن لدينا القليل منها . وإذا ما أحصينا الكبير منها والصغير فهناك المئات . وليطمئن بالنا ، فمعظم هذه البراكين خامدة ، وليس من المتوقع أبداً أنها ستثور أو تضطرب ، لأن بعضها قديم جداً لدرجة أن البلى لم يترك منها غير أعناقها فقط .

وعلى أى حال ، فقد انفجر « مونت لاسن » بكاليفورنيا منذ عهد غير بعيد فى عام ١٩١٥ . وقد يكون « مونت هود » بأوريجون و « مونت راينير » بواشنطن ما زالا نشيطين . ولو أنه يبدو أنهما لن يطلقا أية قذائف نارية ، إلا أننا لا يمكن أن نقول إنهما خامدان تماماً لأنهما ما زالا دافئين فى بعض أماكنهما . وقد كان « ڤيزوف » يبدو أكثر خموداً قبل أن تدب فيه الحياة ويثور فجأة — لقد كان يغط فى النوم لمدة ألف عام .



سترى فى كهف « فنجال » باسكتلندة أعمدة ضخمة من البازلت



وعندما يبرد البازلت يتقلص ويتشقق فى هيئة أعمدة سداسية الجوانب

إن الصخور التى لامست أى سطح بارد ـ كجدار قاطع صخرى مثلاً أو الهواء الذى فوق السطح ـ تكون كلها أدق حبًّا من الجرانيت . ويمكنك أن ترى ذلك على أحسن ما يكون إذا كسرت قطعة من صخر حممى . لن تكون حبيبية المظهر كالجرانيت ولكنها ستكون مخملية المظهر . وعلى العموم فإنك ستجد الصخور الحممية على درجة من دقة الحبيبات بحيث إنك لا يمكن أن تلاحظ حبيباتها بغير عدسة التكبير . وأحياناً لا يمكنك أن تراها حتى بعدسة التكبير .

ومع ذلك فغالباً ما ترى بين البلورات الضئيلة بعض البلورات الكبيرة واضحة مثل الزبيب فى الكعك . وعندئذ ستعرف أن الصخر الذى بيدك هو ما يسمى بالفرفيرى . إنك لو رأيت بلورات كبيرة ستعرف أن الصخر قد برد ببطء ، ولو رأيت بلورات صغيرة ضعيفة التكون ستعرف أن الصخر قد برد بسرعة . وستجد أن كثيراً من الصخور النارية هكذا من نوع الفرفيرى . وحتى الجرانيت يمكن أن يكون فرفيريًّا لذلك فستسمى صخرك أسماء أخرى قبل أن تقرر أى نوع من الفرفيرى هو .

ربما يكون البازلت هو أكثر صخر قاتم شائع بين الصخور الحممية . وهو أحياناً يكون رماديًّا قاتماً أو أخضر قاتماً . كما أنه أكثر الصخور الحممية انتشاراً وشيوعاً ، فى شمال غرب أمريكا يجرش منه الكثير لتعمل منه أسطح صلدة لرصف الطرق .

إن أكبر مساحة من البازلت فى أمريكا تقع فى واشنطن وأوريجون وإيداهو ، إذ أن هضبة نهر كولمبيا قد بنيت كلها من فيض البازلت . ولكن هناك بقعاً صغيرة تظهر فى أماكن أخرى . وهناك فى باترسون بنيوجرسى توجد محاجر مشهورة للبازلت . وكذلك هناك محاجر للبازلت أيضاً فى وادى كونيتيكات . كما أن سياج وادى نهر هدسون قد بنى من فيضانات البازلت . وهناك أيضاً مساحات واسعة من البازلت فى أماكن أخرى من العالم أكبر حتى من هضبة

كولومبيا . فى الهند يصل عمق البازلت إلى ميلين تقريباً فى بعض الأماكن .

ومع ضخامة مساحات البازلت التى يمكن أن نراها ، فهناك مساحات أكبر ضخامة لا يمكن أن نراها ، ذلك لأن أحواض المحيطات تتكون كلها من البازلت .

لقد كان البازلت منذ مائة وخمسين سنة لغزاً كبيراً بالنسبة للجيولوجيين . إنهم لم يفهموا لماذا يوجد غالباً فى هيئة أعمدة سداسية الجوانب . لقد كانوا يذهبون إلى جسر الشيطان Giant's Causeway (جيانتزكوزواى) بأيرلندة أو إلى كهف فنجال Fingal's Cave باسكتلندة ويتعجبون : « هل تلك الأعمدة الضخمة بلورات عملاقة ؟ ! » .

إن الجواب لدينا الآن . فالبازلت عندما يبرد ينكمش غالباً وينشقق إلى أعلى وإلى أسفل فيصير فى هيئة أعمدة سداسية الجوانب عادة . ويحدث أحياناً عندما تنتشر الصخور المنصهرة فى هيئة فرائش قريبة جداً من السطح أن تتشقق هى الأخرى إلى أعمدة . وعندما تبلى الصخور الرسوبية التى فوقها يظهر جدار صخرى من الأعمدة .

والأندزيت صخر آخر من الصخور الحممية الشائعة التى قد تصادفها . إنه أخف قليلا من البازلت وعلى ألوان كثيرة مختلفة — وقد يكون وردى اللون أو أحمر أو مائلاً إلى اللون الأرجوانى .

وقد استمد الأندزيت اسمه من اسم جبال الأنديز حيث درسه الجيولوجيون ووصفوه لأول مرة . ولكن هناك الكثير من الأندزيت فى بلاد كثيرة . فى أمريكا يتكون جبل راينير تقريباً من الأندزيت . وقد طفح الأندزيت من بركان « شاستا » وكذلك من بركان جبل « تايلور » وهو بركان قديم فى المكسيك الجديدة . ولكن أكبر مناطق الأندزيت هى كلورادو وايومنج . وقد بنيت كل الهضبة التى توجد عليها متنزهات « يللوستون بارك » بأمريكا الآن من طفوح الأندزيت .

ولو أنك ذهبت إلى « يللوستون » فسترى شواهد هذه الطفوح فى جروف الجمشت « أماسيست كليفز » ، حيث توجد بقايا ثمانى عشرة غابة فى جانب الجروف كل واحدة فوق الأخرى ! إنها غابات متحجرة . ولا توجد فيها إلا جذوع الأشجار فقط وقد تحولت إلى حجر — إننا نقول إنها تحجرت .

كانت الصخور الحامية التى تغلى مندلعة من الشقوق هى العدو الذى قتل تلك الأشجار . لقد انتشرت منذ ملايين السنين فوق كل المنطقة وقتلت كل شىء حى . ومر الزمن — عشرات ومئات السنين — وتسربت المياه المحملة بالمواد المعدنية خلال الصخور ، وحلّت المواد المعدنية محل الجسيمات الخشبية : جزىء مكان جزىء ، فتحولت جذوع الأشجار شيئاً فشيئاً إلى حجر وتحللت الحمم شيئاً فشيئاً فتحولت إلى تربة . ثم ترعرعت غابة جديدة فوقها . ثم انتشرت الصخور المنصهرة ثانياً فوق كل شىء . لقد حدث هذا ثمانى عشرة مرة ، محت الحمم الحارة كل شىء فى المكان ثمانى عشرة مرة .

وبقيت جذوع الشجر المتحجرة لتروى لنا القصة . إن جروف الجمشت (فى يللوستون بأمريكا) لصفحة واحدة جلية فى سجل الأحياء حفظتها لنا الصخور .



جذوع الأشجار وقد تحولت إلى حجر فى الغابة المتحجرة

١٣

الصخور الزجاجية

ربما تكون قد قرأت مرة أسطورة الأميرة التى لا يمكن أن يكسب قلبها إلا ذلك الرجل الذى يمكنه أن يصعد تلا من الزجاج . وربما أنك عندما قرأتها قررت أنه لا يمكن أن يكون هناك شىء كتل زجاجى . ولكن هناك تلاً زجاجياً فى « يللوستون بارك » . لقد تكون من حمم بردت بسرعة جداً . بردت الحمم بسرعة كبيرة حتى إنه لم تكن هناك فرصة لأية بللورات أن تتكون . وصارت الحمم زجاجاً طبيعياً .

مثل هذا الزجاج الذى تصنعه الطبيعة فى مصانعها فى الخلاء يسمى الأوبسيديان . وهذا صخر أنيق جداً يوجد فى أنحاء كثيرة من العالم . وهو عموماً أسود اللون ، ولكن هناك « أوبسيديان » رمادياً وبنياً وأحمر أيضاً .

هذا صخر سوف لا تصادف أية صعوبة فى التعرف عليه . إنه يلمع كأى زجاج نصنعه . ويمكنك أن تنظر من خلال شظية منه كما تنظر من خلال أى زجاج من صنع الإنسان . وعند المكان الذى يتكسر فيه الصخر تجده مقوساً شيئاً ما كصدفة قوقعة ضخمة . وقد تكون حافاته على درجة من الحدة حتى تجرح أصابعك .

الأوبسيديان صخر له تاريخ طويل جداً . فقد كان إنسان العصر الحجرى ينحت منه الآلات والأسلحة . وكان الهنود فى غرب أمريكا يصنعون منه السكاكين ورءوس الحراب . وقد استعمله بناة الروابى قبل ذلك .

أولئك الهنود القدماء المنسيون الذين شيدوا المدافن الغامضة التى فى هيئة الروابى ما بين المسيسبى والأليجينى قدّروا صخر الأوبسيديان أكثر من أى صخر آخر . لقد استعملوه فقط فى الأغراض الدينية . وكانوا يتحملون السير فى طلبه



كان بناة الروابى يمشون آلاف الأميال بحثاً عن الأوبسيديان

ألف ميل ذهاباً حتى « يللوستون » بارك وألف ميل إياباً ! كانوا يقطعون الرحلة على الأقدام ويرجعون وعلى ظهر الواحد منهم كتلة منه . ثم يقطعون الحجر إلى سكاكين لا يستعملها إلا الكهنة فى تقديم الضحايا إلى آلهتهم .

وليس كل الزجاج البركانى جميلاً كالأوبسيديان . فهناك نوع آخر ليس على أى درجة من الأناقة ، وهو حتى لا يبدو كالزجاج ، ويسمى الحجر الخفاف .

والحجر الخفاف نوع من رغوة الصخور . فعندما تطفح الحمم من أحد البراكين قد تتكون رقع واسعة من الرغوة فوق الطفح أو على جوانبه . وليست هذه الرغوة فى الحقيقة إلا حمماً مخفوقة مع فقاعات من الغاز . وبعد قليل تتصلب الرغوة وتنطلق الغازات تاركة جيوباً هوائية منبثة فى الصخر كله . ويبدو حجر الخفاف كالإسفنج ذى الثقوب الدقيقة جداً ، ومع ذلك فهو صخر . وإذا ألقيت بقطعة منه فى الماء فإنها تطفو فوقه . كما تجعل الجيوب



يلمع الأوبسيديان كما يلمع أى زجاج تصنعه

الهوائية حجر الخفاف أخف صخر فى العالم .

ربما تكون قد صادفت حجر الخفاف عند طبيب الأسنان دون أن تعرفه ، فأطباء الأسنان يستعملون مسحوق حجر الخفاف فى تنظيف الأسنان . وربما تكون قد صادفته أيضاً فى مطبخك ، فإن كميات كبيرة منه تطحن لتستعمل كمساحيق للتنظيف .

حتى علبة مسحوق التنظيف تحوى بداخلها قصة طريفة ، لو أنك عرفت الصخور !

١٤

الصخور الملزنة

احفر تحت التربة فى أى مكان تقريباً فى المنطقة الوسطى من الولايات المتحدة * فإن أول ما ستصادفه هو الصخر « الملزن » . حقاً إنك ستصادف الشىء نفسه تحت ثلاثة أرباع المساحات البرية فى العالم .

وليس اسم هذا الصخر فى الحقيقة الملزن ، ولكن هذا هو ما تبدو عليه الصخور الرسوبية ، فمعظمها يتكون من قطع بالية من صخور أقدم منها . ولا يعزى تماسك الصخور الرسوبية إلى كونها «طهيت» بنفس الطريقة كالصخور النارية . إنها متماسكة لأن الحبيبات الدقيقة ملأت ما بين القطع ، ثم لحم الضغط كل ما فيها بعضه إلى بعض .

لنأخذ منظراً مقرّباً لبعض هذه الصخور المكونة من قطع بالية مستمدة من صخور أقدم منها . ولنبدأ بتلك التى تتكون من أكبر القطع . إن الكنجلمرات أو الخلط صخر قد يحوى حتى جلاميد كبيرة بداخله ، وإذن فلنبدأ به .

تدلنا أول نظرة على السبب فى تسمية هذا الصخر بالكنجلمرات أو الخلط ذلك لأنه خليط أو كتلة مؤلفة من أشياء شتى ملتصق بعضها ببعض .

وتبين لنا النظرة الثانية أن كل الصخور التى تؤلف الكنجلمرات مدوّرة فى شكل جميل . إننا نعرف معنى هذا . إنه ينم عن الماء . إذ أن الماء فقط هو الذى يمكنه إبلاء الحجارة بهذا الشكل . فهى إما أن تكون قد قطعت رحلة نهرية طويلة وعرة ، وإما أن تكون قد دقتها وقذفتها أمواج بحيرة أو محيط .

---

* من قبيل المصادفة الطريفة أن تكون هذه حقيقة مشتركة بين طبيعة الصخور تحت المنطقة الوسطى من البلاد التى يقصدها المؤلف (أمريكا الشمالية) والمنطقة الوسطى أيضاً من البلاد التى ينصرف إليها ذهن قارئ الترجمة العربية (القطر المصرى أو السورى أو العراق) . المترجم .

ولكن أى صنف من الصخر هى ؟

قد تكون أى صنف ، ربما تكون القطع الكبيرة كوارتزيت أو جرانيت ، وقد تكون الكسر الصغيرة حبات من الكوارتز أو الفلسبار . فكل تلك المواد صلدة، والمادة الصلدة فقط هى التى يمكن أن تتحمل الكثير من الطرق والتنقل.

ويمكن أن يتكون الكنجلمرات من صخور صغيرة فقط أو من صخور كبيرة فقط. أو قد يتكون من مواد دقيقة مع أحجار كبيرة محشوة فيها كثمر البرقوق فى كعكة عيد الميلاد. إذا كان صخر الكنجلمرات هكذا فنحن نقول عنه : « هذا صخر الكعك » .

ولكن هناك صخراً يحاكى الكنجلمرات ، إلا أن الأحجار التى به حادة الحافات . فأى صخر هذا ؟

إنه صخر البريشة . وتدلنا الحافات الحادة أن تلك الأحجار لم تنقل بعيداً . وربما تكون قد سقطت فى طين قريب جداً من المكان الذى تهشمت فيه ، ثم تحولت إلى صخر فى المكان نفسه .

ونحن نتساءل : « هل هى قطع تفتتت من جرف بتأثير الجو ثم انزلقت إلى القاع ؟ ، أو هل أسقطها جدول كان ينحدر بشدة فى واد ؟ ، أم أن تلك الأحجار خلفتها إحدى المثالج المنصهرة ؟ » .

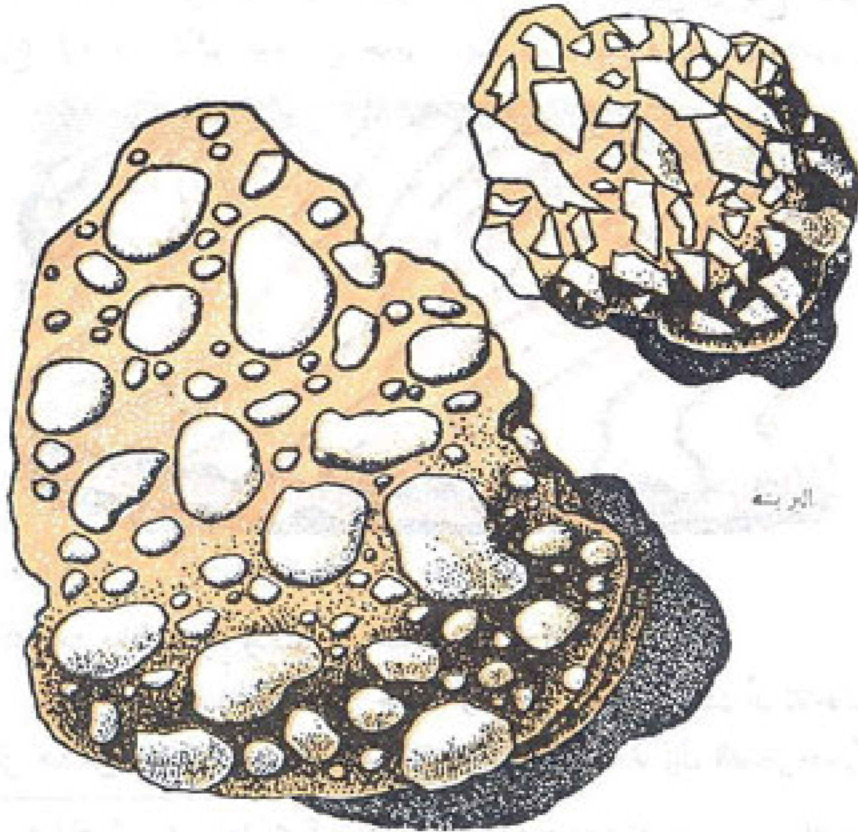
ولكن ها هنا لوح من الحجر الرملى ، وليس أمامنا من صعوبة فى التعرف عليه . وكما يدلنا اسمه ، فنحن نرى أنه مكون من حبات من الرمل وكذلك جسيمات أكثر دقة لحمت بعضها ببعض بواسطة الضغط . إننا نخمن أن الحبات من الكوارتز ، لأن الرمل يكاد يكون كله من الكوارتز . ولكن قد يكون به بعض حبات الفلسپار أيضًا أو بعض المعادن الأخرى التى يمكن أن تصمد لعوامل البلى .

لنختبر المادة اللاحمة (أو الجسيمات الدقيقة) فى هذا الحجر الرملى، لأن المادة اللاحمة جزء هام جداً من الصخر . فالمادة اللاحمة هى التى تضفى أكثر

من غيرها على الحجر الرملى ألوانه المتعددة ، فيكون أصفر أو بلون اللحم أو بنياً أو أحمر أو رمادياً أو أخضر . وتتوقف قوة الصخر أيضًا على المادة اللاحمة فإذا كانت من السليكا وبكميات كثيرة يكون الحجر الرملى قوياً جداً .

وإذا كانت من مادة أخرى ولا تملأ الثقوب تماماً يكون الصخر ضعيفاً .

والحجر الرملى صخر نافع جداً ، فهناك مدن ترى فيها صفوفاً بعد صفوف من المنازل ذات واجهات من الحجر الرملى. وأحياناً تكون مدينة بأكملها ذات لون واحد لأن جانباً كبيراً من مبانيها مشيد من نوع معين من حجر رملى .



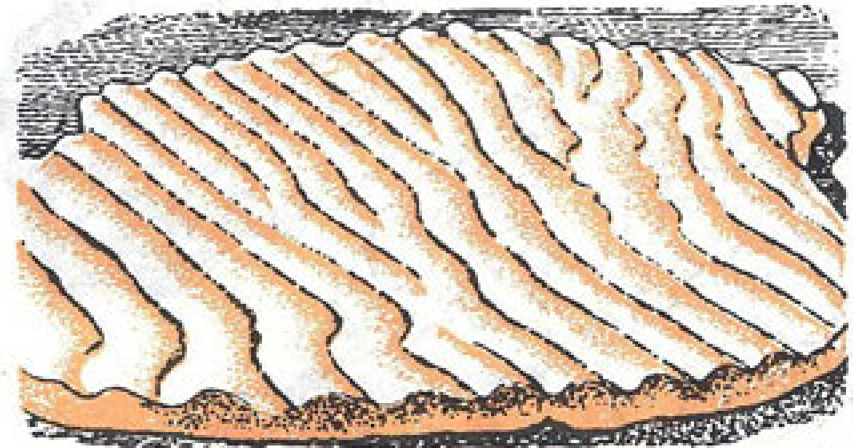
البريشة

صخر الكعك

والحجر الرملى سهل النحت أيضاً . لذلك فهو يشكل غالباً واجهات للنوافذ والأبواب.

حجر البلاط : هو أى صخر يتشقق بسهولة إلى ألواح مسطحة كبيرة . ولكن حجر البلاط الذى نراه هو فى الغالب حجر رملى . وكم من الأفاريز رصفت قديماً بهذا الحجر. أما الآن فنحن نستعمل الأسمنت المسلح بدلا منه. ولكن يمكنك أن ترى حتى الآن أحجار الدرّج فى المتنزهات والحدائق مصنوعة من حجر البلاط .

ويصنع الزجاج من أنقى أنواع الحجر الرملى * وتوجد فى وسط غرب أمريكا طبقات ضخمة من مثل هذا الحجر الرملى، الذى يستعمل فى صنع أفخر أنواع الزجاج . لكم صنع من حجر سانت بيتر الرملى فى إلينوى وميسورى



تركت أمواج بحر قديم علامات النيم * فوق كثير من الصخور

الكثير من نوافذ البنوك والكثير من عدسات النظارات .

والآن فقد يكون الحجر الرملى خشناً أو ناعماً . وطالما أمكنك أن تلاحظ كل حبة من حباته وحدها دون الاستعانة بعدسة مكبرة ، فما زال الصخر حجراً

* الحجر الرملى النقى توجد منه كميات كبيرة أيضاً فى شبه جزيرة سيناء بمصر. المترجم
* النيم : درج فى الرمال على شكل خطوط . المترجم

رملياً ، وبعد ذلك يتدرج إلى ما يسمى بحجر الغرين. ويتدرج حجر الغرين إلى الطفل .

وهذه قطعة من الطفل ، إنها رمادية اللون كالعادة . ولكن الطفل يمكن أن يكون ذا ألوان كثيرة فيميل إلى الوردى والأحمر، ويمكن أن يكون كذلك أسود أو بنياً أو أخضر أو بلون اللحم. وقد يكون مصنوعاً من الطين أو الوحل أو من كليهما .

إن قطعة الطفل التى معنا لعلى درجة من الرخاوة حتى إنه يمكننا قطعها بالسكين . وعندما تجف فهى تنهار . مثل هذا الطفل الرخو لا يصلح إلا لصناعة قوالب الطوب والبلاط والأسمنت . ولكن هناك طفلاً صلدة أيضاً . فهذا طفل به حفر صغيرة غريبة منتشرة فوق سطحه كله، وذلك لوح آخر ذو سطح متموج .

كن على حذر، وامسك هذه العينات بحرص. إنها عينات مَتْحَفية . وما الحفر إلا آثار نقط المطر التى سقطت منذ ملايين السنين . والخطوط المتموجة علامات نيمية تركتها أمواج بحر قد تلاشى .

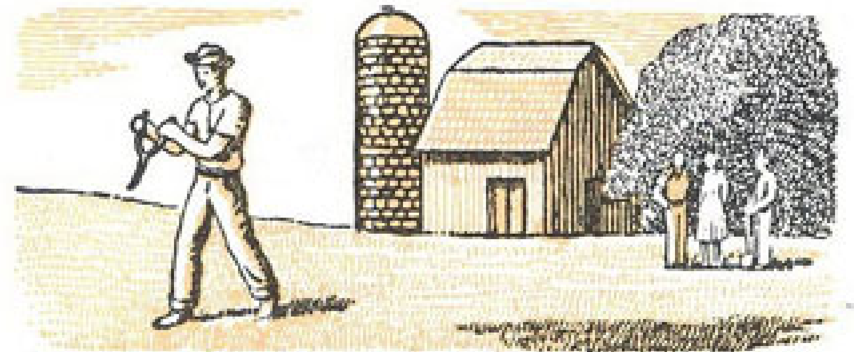
١٥

ماذا ترك البحر وراءه ؟

ربما سمعت أن بعض الناس لهم قدرة غامضة على كشف المياه الجوفية . إنهم يصنعون ذلك بواسطة عصاة ذات فرعين يسمونها عصى القنقن* ويمسك قنقن الماء فرعى العصى بيديه ثم يمشى ، وفجأة تبدأ العصا فى الالتواء والالتفاف فى يديه ، ثم يعلن القنقن أن الماء موجود تحت تلك البقعة .

ويحفر الناس فينبثق الماء . ويفكر الكل أن معجزة قد وقعت . ولكن أحقيقة وقعت معجزة ؟

الواقع أن الناس قد أخذوا بتلك التى تسمى معجزة . إن الماء لم ينبثق لأن القنقن له قدرة غامضة ، ولكن الماء موجود تحت الأرض فى كل مكان — تقريباً — إذا ما حفرنا إلى العمق الكافى . إن الأرض مشبعة بالماء على عمق معين من السطح ، وليس هذا فقط بل هناك جداول تجرى تحت الأرض .



يدعى بعض الناس أنه فى قدرتهم كشف المياه بعصى القنقن

* القنقن : هو الدليل الهادى . المترجم

كل تلك المياه الخافية نشيطة جداً ، وهى تنجز من ناحية من النواحى أكثر مما تنجزه المياه السطحية ، إذ أنها تذيب من المعادن المكونة للصخور كميات أكبر كثيراً ، إنها تتمكن من ذلك لأنه لديها الوقت الكافى — فبدلاً من أن تنساب فقط فوق الصخور ، فهى تتخللها ببطء .

وكما هى الحال فى المياه السطحية فالمياه الجوفية أيضًا تحمل ما تذيبه من المعادن إلى البحر . وهناك يحدث شيء غاية فى العجب . فى البحر تتحول المعادن الذائبة إلى صخور ! وتلك صخور رسوبية — ولكنها ليست كالكنجلمرات والحجر الرملى والطفل . إنها ليست مكونة من قطع مُلْزَّنة من صخور أقدم . بل هى مكونة من مواد كانت ذائبة قبل ذلك .

ولك أن تسأل : « كيف يمكن أن يكون ذلك ؟ » ، « إذا ذابت المعادن فكيف يمكن أن تصير صلبة ثانياً ؟ » .

لو أنه حدث شيء للماء ، فيمكن للمعادن أن تصير صلبة ثانية . وهذا شيء يمكن أن تثبته لنفسك بإجراء تجربة بسيطة .

ضع ملحاً فى زجاجة ماء وحركه ، ستجد أن كل الملح يذوب ، على شرط ألا تكون قد وضعت منه أكثر من اللازم . وسيظل الماء رائقاً ، سيظل بنفس اللون ولكن مذاقه سيصبح ملحاً . وإذن فبالرغم من أنك لا يمكن أن ترى الملح إلا أنه يمكنك أن تتأكد أنه موجود .

والآن ماذا تصنع لترجع الملح للحالة الصلبة ثانية ؟

اترك الماء يتبخر .

وعندما يتلاشى الماء ستظهر حلقة من الملح فوق الزجاجة .

هذه إحدى الطرق لإرجاع معدن ذائب إلى الحالة الصلبة — أو جعله راسبًا كما يقول الكيميائيون . ستنجح هذه الطريقة دائمًا مع الملح ، ولكن ليس كذلك مع المعادن كلها . وأحيانًا إذا أردت الحصول على راسب كان عليك أن تضيف شيئاً إلى الماء . فمجرد وجود النباتات أو الحيوانات — حية أو ميتة —

فى الماء يجعل المعادن تترسب . وأحياناً لتحصل على راسب عليك أن تبعد شيئاً عن الماء كثانى أكسيد الكربون مثلا .

والآن ربما يخطر على بالك أنها فكرة حسنة أن تأخذ ماء البحر وتتركه يتبخر لتحصل على الملح بهذه الطريقة . وقد تكون هذه فكرة حسنة لو أنه ليس لدينا كل تلك الرواسب الهائلة من الملح الصخرى .

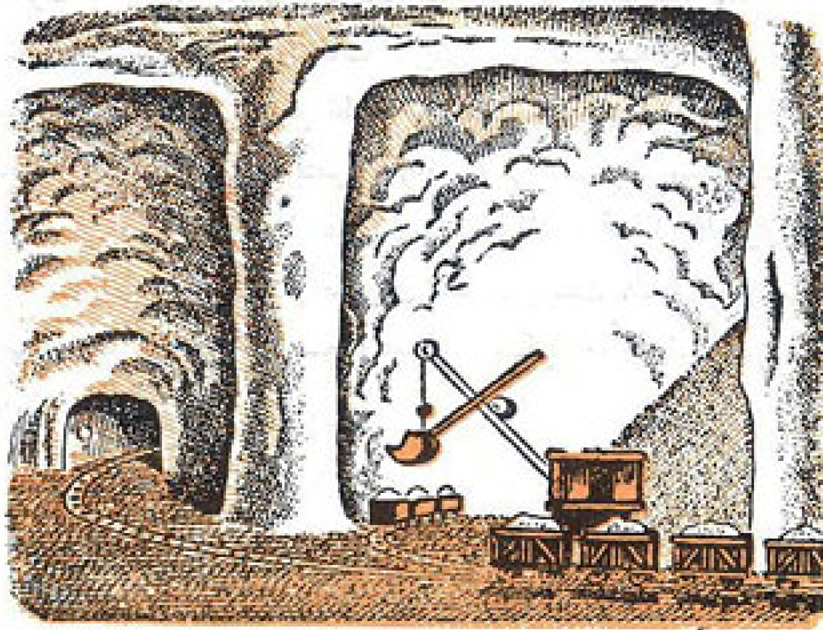
لقد سمعنا عن ملاعق الملح ، وهى أماكن تغدو إليها الحيوانات . لتلعق الملح . هذه أماكن تنكشف فيها رواسب الملح فوق السطح . فمعظم الملح الصخرى يوجد تحت الأرض . ولن يمكنك أن تتكهن من أحجام تلك الملاعق بما يمكن أن يكون خافياً من الصخر تحت السطح .

وتوجد فى كنساس وأوكلاهوما وتكساس بالولايات المتحدة الأمريكية طبقات من الملح الصخرى سمكها ٤٠٠ قدم . وتوجد بالقرب من ديترويت مناجم للملح سمكها أكثر من ٦٠٠ قدم ،وفى نيويورك توجد مناجم للملح يصل سمك الملح فيها إلى ٣٠٠ قدم ويمتد أميالا عديدة . وقد شقت الأنفاق هناك فى الملح الصلب ووضعت القضبان ، كما توضع فى أى منجم آخر . ومن المؤكد أنه لن يكون هناك نقص فى الملح بأمريكا . ولن يحتاج الأمريكيون إلى استخراج الملح من ماء البحر .

كيف تسنى للملح أن يتراكم هكذا ؟

هل تذكر تلك البحار التى غشيت أمريكا فى قديم الزمان ؟ إنها بحق هى المسئولة عن تلك الرواسب الملحية .

تلك البحار اجتازت مخاطر جمة . لقد جاءت ثم ذهبت وجاءت ثم ذهبت. ولكن عندما كانت تنتاب الأرض أحياناً حركات الرفع وكانت البحار تتراجع إلى أحواض المحيطات ، كان ينفصل ذراع من البحر ويبقى فوق البر . وقد حدث هذا يوماً من الأيام للمنطقة التى هى ولايات ميتشيجان ونيويورك وبنسلفانيا الآن . كان ذلك منذ مائة مليون سنة قبل قيام جبال الأبلاش .



تركب القضبان فى مناجم الملح كما تركب فى أى منجم آخر

وكان المناخ حاراً وجافاً فى المنطقة الشرقية من أمريكا الشمالية وقتئذ،فصار الذراع البحرى المفصول « بحراً ميتاً » ، وتبخرت مياهه ببطء ، فتخلف الملح

والجبس هو الآخر من الصخور التى تتخلف عندما تنفصل أذرع من البحر . وهناك رواسب شاسعة من الجبس فى أمريكا وفى بلاد كثيرة ، وكثير من ولايات أمريكا بها مناجم للجبس . وينتشر هذا الصخر انتشاراً واسعاً فى أوكلاهوما حتى إنها تسمى أحياناً « ولاية الجبس » .

والجبس صخر دقيق الحبيبات ، أبيض اللون عموماً ، ولكنه غالباً يحتوى على شوائب تلونه باللون الرمادى أو الأصفر ، أو حتى بلون الطوب الأحمر . إنك تتعرف عليه فى الحال من كونه رخواً لدرجة أنه يمكنك خدشه بظفرك . إن درجة صلادته « ٢ » فقط .

يكاد يكون من المؤكد أنك رأيت الجبس ، ولو أن هذا أغلبُ الظن دون

أن تعرف أنه الجبس . ذلك لأن جانباً كبيراً من طباشير المدارس مصنوع منه . وأنت رأيته كذلك فى صورة عجينة باريس ، وربما كلعبة فى شكل حيوان . ويستهلك معظم الجبس لعمل تلك العجينة . ولعمل عجينة باريس يسحق الجبس أولا ، ثم يحمص ، فتطرد الحرارة الماء من الصخر ، وبعدئذ إذا أردت أن تستعمل العجينة فعليك أن تضيف إليها الماء ثانياً ، ثم تخلط العجينة وتصبها فى القالب . وبعد قليل يبدأ الجبس فى التصلب (يشك بالتعبير العامى) . إنها تسمى عجينة باريس لأنها صنعت منذ أزمان مبكرة جداً بالقرب من باريس بفرنسا .

١٦

مزيد من الصخور من البحر

هناك صخر راسب آخر يمكنك أن تراه ، ربما دون أن تدرك ذلك . فعندما كنت تضع الجير على أرضك المنزرعة بالحشائش كى تساعدها على النمو ، ربما كنت ترش مسحوق الحجر الجيرى . ولقد رأيت كذلك الحجر الجيرى فى هيئة الخرسانة . ورأيت كذلك الصوف الصخرى الذى يصنع أحياناً من الحجر الجيرى . وربما يكون البيت الذى تعيش فيه مهيأ به لكى يكون معزولا بالنسبة للتغيرات الحرارية .

إن الحجر الجيرى دقيق جداً لدرجة أن العين تعجز عن ملاحظة الحبات المنفردة التى يتكون منها الصخر دون مساعدة عدسة مكبرة قوية . ومع ذلك فهذا من أسهل الصخور التى يمكن التعرف عليها لأنه يفور بالفقاعات عندما يضاف إليه الخل . وغالباً ما تلونه الشوائب بلون الفحم أو باللون البنى أو الأحمر أو الرمادى أو الأخضر . ولكنه عندما يكون نقياً يكون أبيض بلون القشدة . كم من مبنى عام فخم أرضيته أو جدرانه من الحجر الجيرى . وقد وجد بعض الملوك المصريين القدامى الحجر الجيرى على درجة من الجمال حتى إنهم غطوا الأهرام به . لقد كانت تلك المقابر الملكية تلمع كجواهر ضخمة فى شمس الصحراء الساطعة .

سيذكرنا الحجر الجيرى دائماً وأبداً بإنسان ما قبل التاريخ ، ذلك لأن مداخل الكهوف فى الأحجار الجيرية كانت الأوطان الدائمة الأولى للإنسان . إنه لمن المثير جداً أن تنزل تحت الأرض فى أحد هذه الكهوف هناك .



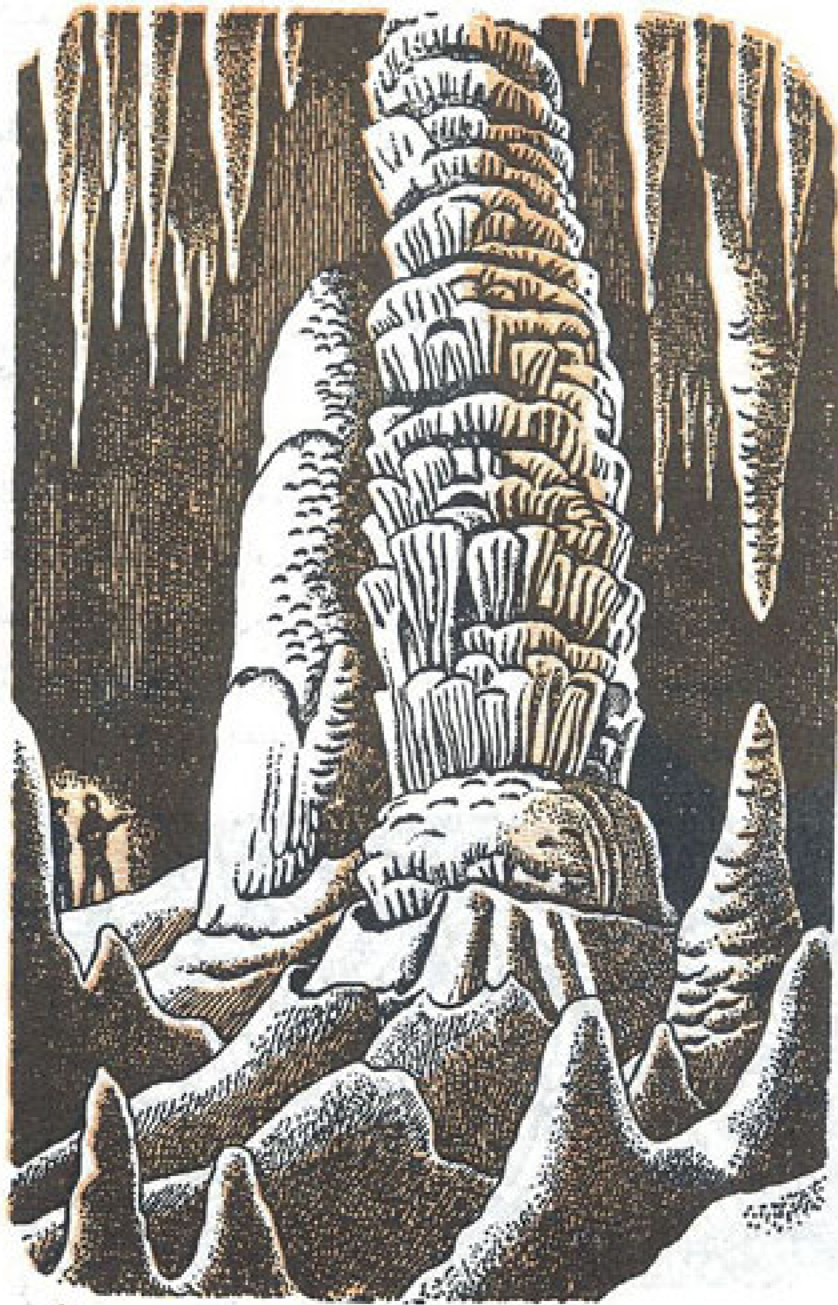
بعض الأهرام مغطاة بألواح من الحجر الجيرى

ستجد نفسك فجأة فى عالم آخر وكأنك فى قصر سحرى ذى جدران بيضاء لامعة، تتفتح أمامك الغرف واحدة بعد واحدة . بعضها فى ضخامة الكاتدرائيات وعندما تنظر حولك وفى كل مكان ترى أعمدة من الصخر . إنها تتدلى من السقف وتصعد من الأرضية وتنعكس من بركة من الماء عند أقدامك ، وترى البركة لا حركة بها فتظنها من الزجاج .

كيف تكونت تلك الكهوف الضخمة الغامضة مثل كهف ما موث فى كنتاكى وكهف لوراى فى فرجينيا ؟

لقد كونتها المياه الجوفية ، أولا : أذاب أحد الجداول الحجر الجيرى فتجوفت الغرف . ثم حولت المياه الجوفية طريقها وخرج معظمها ليفيض فى مكان آخر . ولكن هذا كان البداية فقط .

ظلت قطرات الماء تتسرب إلى الشقوق فى الحجر الجيرى فوقها . وكانت كل قطرة مليئة بالكالسيت الذى أذابته من الحجر الجيرى الذى مرت فوقه . لذلك فعندما تعلقت القطرة لحظة فى السقف قبل أن تسقط إلى الأرضية تركت قطعة من الكالسيت وراءها . وكلما تلت قطرة أخرى ، أضيفت قطعة من



ما زالت أعمدة الحجر الجيرى تتكون فى بعض الكهوف فى أمريكا

الكالسيت إلى غيرها . وهكذا ينمو عمود من الصخر إلى أسفل متدلياً من السقف يسمى بالهابط أو الاستلاكتيت .

ومن المكان الذى سقطت فيه القطرات على الأرضية ينمو عمود آخر مقلوب يتجه إلى أعلى نسميه الصاعد أو الاستلاجميت . ويتقابل الهابط والصاعد غالباً فى النهاية فيتكون عمود كامل . وما زالت الأعمدة تنمو وتقابل بعضها بعضاً فتقسم الكهف إلى غرف .

هل تلك الكهوف هى التى دفعت الناس قديماً إلى الظن بأن الأرض مجوفة من الداخل ؟ ربما . . .

وليس كل الحجر الجيرى متشابهاً ، وكما تعرف فإن بعض المخلوقات لديها القدرة على استخراج الجير من الماء وتحويله إلى أصداف . وعندما تموت هذه المخلوقات تتراكم أصدافها فوق قاع البحر . وتملأ الفراغات التى بين الأصداف قطع مهشمة ومطحونة من أصداف أخرى . ويلحم الضغط كل شىء بعضه إلى بعض . فينتج ما يسمى بالحجر الجيرى الصدفى أو الكوكينا .

وهناك نوع من الحجر الجيرى الصدفى يتكون أساساً من أصداف صغيرة



يمكن أن ترى أصدافاً كاملة فى الحجر الجيرى الصدفى أو الكوكينا

كاملة . ونوع آخر يتكون أساساً من بقايا حفرية قريبة للأسماك النجمية . وغيره يتكون من قطع من المرجان . وغيره أيضاً يحتوى على الكثير من معدن يسمى الدولوميت حتى إنه يعرف بهذا الاسم . ولكن ليس من بين هذه الصخور ما هو مألوف لنا مثل الطباشير .

يبدو الطباشير كمسحوق أبيض ناعم جداً مضغوط ومتماسك . ولكن الطباشير الحقيقى يكاد يتكون تقريباً من أصداف حيوانات صغيرة جداً لدرجة أنك لا يمكن أن تراها إلا تحت عدسة مكبرة قوية . ولو كان الطباشير المدرسى طباشيراً حقيقياً لاحتوى على ملايين لا تعد من الهياكل فى إصبع واحدة فقط من ذلك الذى تكتب به على السبورة .

لقد عاشت الحيوانات التى ملأت تلك الأصداف الدقيقة فوق سطح البحر فيما مضى . وظلت أجسامها الميتة تنجرف إلى أسفل وتستقر فوق القاع . واستمر ذلك لملايين السنين تتساقط وتتساقط مثل مطر أبيض أبدى . وهى الآن صخر سمكه آلاف الأقدام . وقد لحم الضغط الهياكل الدقيقة بعضها إلى بعض . ثم تحرك قاع البحر إلى أعلى .

الطباشير رخو جداً ، ولذلك لا يستغرق الماء وقتاً طويلا فى تفتيته وإبلائه . فمنذ خمسة وعشرين ألفاً من السنين لم يكن القنال الإنجليزى موجوداً . لقد كان المكان الذى يجرى فيه الآن طبقة صلبة من الطباشير تربط إنجلترا بفرنسا ، وكان من الممكن لإنسان العصر الحجرى أن يمشى من بلد إلى البلد الآخر . وخلال تلك الفترة القصيرة نحتت المياه طريقها عبر الطباشير فحولت إنجلترا وأسكتلندا إلى جزيرة . وجروف دوفر البيضاء هى بعض القطع الباقية ، وما زال القنال يأتى عليها بسرعة والأمواج التى لا تهدأ تقرعها وتزيل منها عدة أقدام كل عام .

سيذكرنا الطباشير باستمرار بإنسان ما قبل التاريخ كما ذكرنا به الحجر الجيرى ، إذ أن أول المناجم فى العالم شقت فى الطباشير . فقط كان أناس

العصر الحجرى يبحثون عن الصوان . لقد نقبوا عنه كما ننقب نحن الآن عن الفلزات .

ومن السهل جداً أن نفهم لماذا كانوا يحتاجون إلى الصوان . فالصوان صخر شديد الصلادة — درجة صلادته «٧» إلا أنه يهذب بشكل مناسب ويعطى حافات قاطعة حامية جداً . كما أنه يخرج فى أحجام مناسبة، إذ أنه يوجد فى الغالب فى هيئة كتل صغيرة فى الطباشير . ظل إنسان ماقبل التاريخ عدة مئات من آلاف السنين يصنع معظم أدواته وأسلحته من الصوان . وقد تعلم كيف يوقد منه النار منذ مائة ألف سنة .

والصوان يشبه الكوارتز ، فهو يتكون من السليكا التى كانت ذائبة يوماً ما . وحبيباته دقيقة جداً ومنظره شمعى وقد يكون بنياً أو رمادياً أو أسود . وهو ليس بصخر شائع فى أمريكا حيث يأخذ محله الظرّان . والظرّان شديد الشبه بالصوان، ويوجد أحياناً فى هيئة كتل صغيرة بالحجر الجيرى — ولذلك يناسب الهنود كثيراً. لقد كان حجمه مناسباً تماماً لصناعة رءوس السهام .



استعمل إنسان العصر الحجرى الصوان ليصنع منه السهام وسنان الحراب

١٧

الصخور التى تغيرت

لم يعثر أحد أبداً على قطعة من القشرة الأولى للأرض . وبالطبع فنحن لا نملك أن نفكر بأنها كانت دون شك مكونة من بعض الصخور النارية . ويدلنا المنطق على أنه لا يمكن أن نحصل على صخور مكونة من رقع أو بقايا حتى يكون لدينا شىء نصنع منه تلك الرقع .

نحن لا يمكننا إثبات ذلك بالصخور لأننا نعرف أن أقدم الصخور تبين أنها بدأت كصخور رسوبية . ولكن أى نوع منها بالضبط ؟ ، لا ندرى . ذلك لأن تلك الصخور القديمة قد مرت بالكثير جداً منذ أن تكونت حتى إنها تغيرت تغيراً كثيراً . لقد غيرت شكلها وصلادتها وحجم بلوراتها . وبعضها



يمكنك أن تتعرف على النايس من منظره المعرق أو المخطط

فقدت معادن وظهرت فيها معادن أخرى . وبعضها غيرت أوضاع المعادن بها .

إننا نسمى كل الصخور التى تغيرت بأى شكل بأنها صخور متحولة . وهذه هى الرتبة الثالثة الكبرى من الصخور . فكل صخر تصادفه إما أن يكون ناريًّا أو رسوبيًّا أو متحولا .

والآن فليست الصخور الرسوبية فقط هى التى تتغير . إن أى صخر يمكن أن يتغير بدرجات متفاوتة . يمكنه أن يصعد سلماً بأكمله من التغيرات أو يقف عند أى درجة ويظل هناك . كما يمكنه كذلك أن ينزل السلم . ويمكن للصخر بمزيد من التغيرات أن يصير أكثر بساطة ثانياً .

فالطَّفْل مثلا يمكن أن يتحول إلى أرجليت . وهذا صخر أصلد قليلاً وأكثر دموجاً من الطَّفْل . ولكن إذا وصل الطفل حتى الدرجة التالية من الصلادة ، فإنه يتحول إلى اردواز . ودرجة أخرى ثم يتحول إلى فياليت . وأخيراً يصير شيستاً .

ولكن ها هو ذا أغرب شىء فى الموضوع كله . الصخور المختلفة يمكن أن تطرأ عليها تغيرات مختلفة . ولكنها لو تغيرت بالقدر الكافى فإنها تنتهى أخيراً بأن تصير متشابهة تشابهاً يكاد يكون تامًّا . فالحجر الرملى والجرانيت صخران مختلفان تماماً كبداية ، ولكنهما يمكن أن ينتهيا كصخر الشيست .

لا شك أنك تتذكر جرانيت هاتون الأحمر الذى صعد فى شقوق الصخور التى تعلوه . لقد صعدت الصهارة وهى على درجة من السخونة حتى إنها حمصت الصخور التى على جوانب عروق الجرانيت .



إننا نشكل الآنية من كتلة من الطين ثم نحمصها فتتحول إلى خزف

هذه طريقة من الطرق التى يغلب أن يحدث بها التحول أو التغير ، وهى تحميص الصخور عند تلامسها الصهارة . وهذا لا يدعو إلى العجب ، فالصهارة أحمى كثيراً من داخل فرن بزار . ونحن نعرف ماذا يصنع فرن هادر فى المعادن . فلو أننا شكلنا آنية من الطين — الذى هو فى الأصل معدن الفلسپار — ثم وضعنا الآنية فى فرن — نجد أن الطين يتحمص ويتحول إلى خزف زجاجى قوى صلد .

ولكن التحميص ليس إلا جزءاً يسيراً من عملية تحول الصخور ، فالماء والبخار يحدثان تغيرات أكثر فى الصخور . وكذلك يصنع الضغط والحركة .

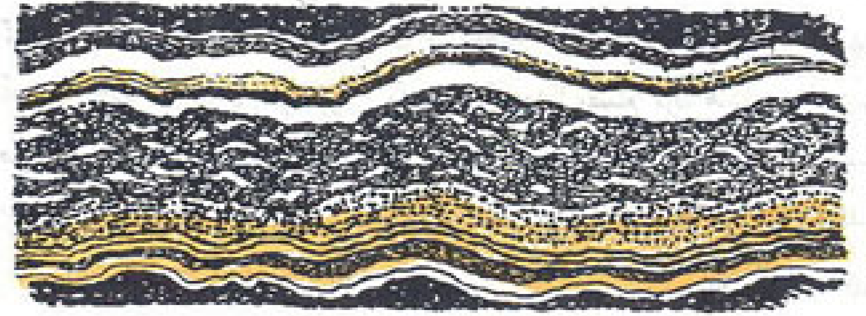
إنك عندما تحك يديك وهما باردتان فإنهما تصيران دافئتين . هذا لأن الاحتكاك يولد حرارة . ويحدث الشىء نفسه إذا حككت صخرين بعضهما إلى بعض — عندئذ تتولد الحرارة . وإذن فحيث تكون الصخور قد طويت وتصدعت وانزلقت وانسحجت بعضها فوق بعض تحدث أضخم التغيرات . عندئذ تفرز المعادن فى الصخور نفسها وتتكون معادن جديدة أيضاً وتعدل نفسها بالنسبة للحركة والضغط والحرارة . ويؤدى الضغط الهائل إلى ترتيب جميع المعادن فى اتجاه واحد — فى صفائح أو رقائق .

وهذا يحول الصخر إلى شىء مختلف تماماً ، إذ هو ينشق الآن إلى صفائح أو ألواح .

دعنا ننظر إلى النايس وهو صخر تحول جزئيًّا بهذه الطريقة . وهو كقاعدة



فى هذا الصخر المتحول توجد المعادن مرتبة فى صفائح



فى الصخور المتحولة تفرز المعادن نفسها فى صفائح

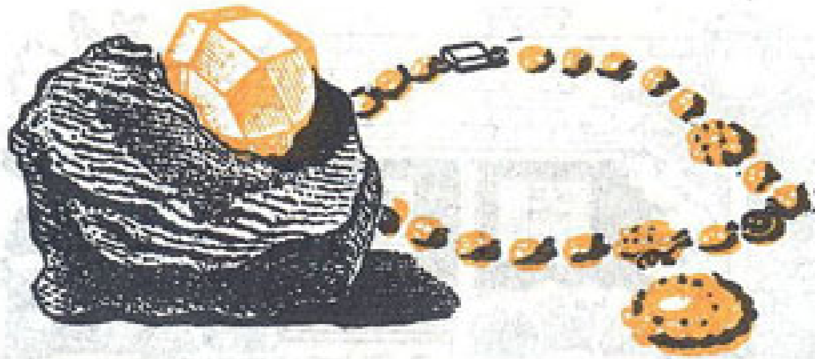
يشبه الجرانيت كثيراً . والواقع أن كثيراً من النايس بدأ كالجرانيت وهو يسمى النايس الجرانيتى

هناك منظر مجزع أو مخطط دائماً فى النايس يمكن بواسطته التعرف عليه . وهذا التجزيع أو التخطيط ينتج من الطريقة التى فرزت المعادن بها نفسها فقد تجمعت البقع الفاتحة بعضها مع بعض وكذلك صنعت البقع الداكنة . فيأتى أولاً حزام فاتح اللون من الكوارتز والفلسپار ثم حزام رفيع قاتم اللون من الميكا فاتح وقاتم ، هكذا يكون النايس . وأحياناً تكون الأحزمة مستقيمة ، ولكنها فى الأغلب تكون متعرجة .

تتوقف درجة سهولة تشقق الصخر أكثر ما يمكن على مقدار ما به من ميكا — فكلما كان به أكثر ، كان تشققه أسهل . ذلك لأن الميكا مسطحة وتتشقق فى صفائح . ولكن على العموم لن تجد النايس يتشقق بسهولة .

ولن تجد صعوبة مع الشيست — فكل صخور الشيست تتشقق بسهولة .

بدأت صخور شستية كثيرة أول ما بدأت كصخور رسوبية ولكنها غيرت أسماءها . ويستمد الشيست اسمه من المعدن الذى يكون الرقائق به ، أو من المعدن الرئيسى به . فهناك الشيست الكوارتزى والشيست الطلقى والشيست الهورنبلاندى والشيست الميكاوى وهكذا .



يوجد الجارنيت (العقيق الأحمر) غالباً فى الشيست الميكاوى

وأكثر هذه الصخور شيوعاً هو الشيست الميكاوى . كما أنه سهل التعرف عليه . فعندما تكسر منه قطعة سترى شظايا الميكا تتلألأ فيه ، وستجد الميكا والكوارتز تجرى خلاله فى طبقات رقيقة متموجة . ويحتوى الشيست الميكاوى غالباً على الجارنيت (العقيق الأحمر) . ولبلورات الجارنيت اثنا عشر وجهاً ، وقد يكون لونها أحمر أو أصفر أو بنياً أو أخضر أو أسود ولكن اللون الأحمر الداكن هو الشائع .

هل التحول فى الصخور شىء حسن أم ردىء فيما يختص بالإنسان ؟

إنه كلاهما ، إذ يمكنه أن يحول صخراً حسناً نافعاً إلى صخر أقل فائدة . كما يمكنه أيضاً أن يحول صخراً غير ذى منفعة كبيرة إلى صخر مفيد جداً .

فمثلا هذا الحجر الرملى ، وهو من أحسن صخور البناء التى نعرفها . إنه ينضغط أحياناً بشدة حتى إنه يستعيد تبلوره ويتحول إلى كوارتزيت . وهكذا يتحول إلى صخر أشد صلادة من الحجر الرملى . ومع ذلك فالكوارتزيت ليس بصخر جيد للبناء ، لأنه مر بالكثير من الضغط والصهر حتى صار مليئاً بالشقوق .

أما مع الطفل فالآية عكس ذلك . لأن الطفل رخو عادة وقابل للانهيار



هذا البيت الحجرى له سطح من الاردواز وممشى من حجر البلاط

على نفسه وليس منه نفع كثير ، ولكنه عندما يتحول إلى اردواز يصير نافعاً إلى درجة كبيرة .

ذلك لأن الاردواز أكثر صلادة، وهو يتشقق إلى ألواح رقيقة جداً تكاد تكون ناعمة نعومة أوجه البلورات . وهذا يجعله ممتازاً كمادة تستعمل فى عمل أسطح المنازل . وهو مناسب وجيد أيضاً لصناعة السبورات وألواح مفاتيح الكهرباء ومناضد المعامل والأسطح الأخرى التى يلزم لها ألواح كبيرة ناعمة رقيقة . ومن الغريب أن الاردواز ينشق ليس بموازاة الطبقات ولكن عمودياً عليها . وهذا مميز جداً للاردواز لدرجة أننا نطلق على أى صخر يتشقق بالطريقة نفسها أنه « ذو تشقق اردوازى » .

والحجر الجيرى هو الآخر صخر أفاد من التحول — فهو قد يتحول إلى رخام . والرخام واحد من أقيم الصخور فى العالم .

وتشبه اختبارات هذا الصخر الاختبارات التى تجرى على الحجر الجيرى .

فهو يفور إذا صببت عليه بعض الخل ، ويمكن خدشه بسهولة بالمبراة . والأنواع الخشنة إذا ما كسرت تبدو كقطع السكر .

لقد بدأ الرخام كحجر جيرى صدق . إن الذى يضفى على الصخر ألوانه المختلفة هى الأصداف المختلفة الألوان وكذلك ما به من شوائب — ويمكن للرخام أن يكون بلون واحد كله — فيكون أبيض أو رمادياً أو أسود أو بلون اللحم أو أصفر أو أحمر . أو قد يكون مرخماً أى بلون يبدو فى هيئة مجزعة غير منتظمة وكل أصنافه مطلوبة وتستخرج من المحاجر ، ولكن الصنف الأكثر تقديراً هو الرخام الأبيض النقى .

وهذا يرجع جزئياً إلى أن الرخام النقى عندما يستخرج من المحاجر فى هيئة كتل كبيرة لا يتشقق عندما يشكل فى هيئات مختلفة . ولكن من ناحية أخرى لأن الرخام الأبيض جميل حقاً ، ويمكن أن تجعل أسطحه لامعة جداً . الواقع أنه ليس من شىء أكثر منه تلألؤاً وإمتاعاً للنظر . ويعد الدرج الدائرى فى مبنى المحكمة العليا بواشنطن والمصنوع من الرخام الأبيض تحفة ذلك المكان ومفخرته . إنه محوط بسياج من الحبال وغير مسموح لأحد أن يمشى عليه . إنه هناك كشىء جميل للزينة فقط وللاستمتاع بالنظر إليه وحسب . وإذا كان الجرانيت هو ملك الصخور فإن الرخام هو أميرها .

١٨

متحف فى الصخور

فى غضون عـــام ١٨٧٠ التهبت الصحف حمـــاسة حول موضـــوع الحفريات . لقد اصطحب أستاذ من جامعة ييل اسمه أوثنيل مارش زمرة من طلبته وقاموا برحلة إلى غرب (الولايات المتحدة) ليفتشوا الصخور بحثاً عن عظام الحيوانات التى عاشت منذ ملايين السنين . وقد ذهب معهم كذلك بافالوبيل ليكون مرشداً للرحلة . وبعد ذلك شحن صيادو الحفريات هؤلاء عربات بالصخور المليئة بالعظام المتحجرة . وكان العلماء فى ييل مشغولين باستخراج العظام ووضعها مع بعضها البعض . وكل برهة قصيرة كانت الصحف تنشر صوراً لمخلوق خيالى استبعث أصحاب المتحف صورته الأولى .

وتساءل المحررون : « هل يمكن لهؤلاء الناس فى ييل أن يعرفوا حقيقة ما يصنعون ؟ إن الصخور التى أرسلها مارش خليط من العظام تشبه لغزاً ضخماً من الألغاز . وربما تكون القطع قد وضعت إلى بعضها البعض بصورة خاطئة . لا يحتمل بالتأكيد أن مثل هذه المخلوقات عاشت أبداً فى أمريكا » .

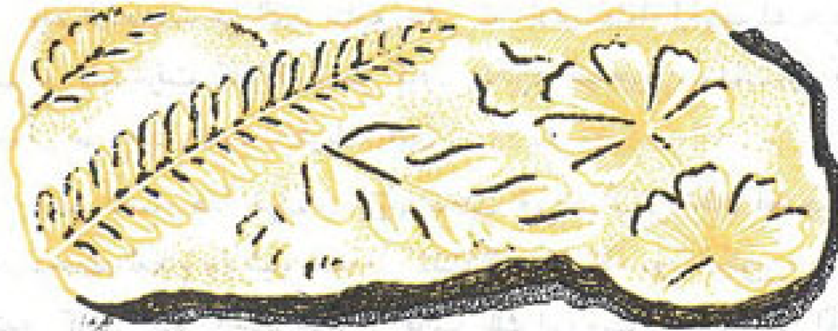
ولكن العلماء لم يزيدوا على الابتسام . وعكفو على استبعاث (صور الحيوانات المنقرضة) . إنه لم يمر بهم وقت مثير كهذا قبل ذلك .

وظهرت فى الصحف صورة تنين ، لقد كان من الزواحف الطائرة ويبلغ امتداد جناحيه عشرين قدماً . ثم جاءت طيور ذات أسنان . وكان أحدها — مما استبعث صورته أصحاب المتحف — فى حجم رجل ضخم وكان له أربع وتسعون سناً حادة فى فمه . ثم جاء بعد ذلك الديناصور . وكان مكتوباً تحت

الصورة : « السحلية الكبرى المرعبة — برونتوزوروس ، ارتفاعها ست عشرة قدماً وطولها ست وسبعون » .

وشهق القراء عجباً ، وساورهم الشك ، ولكن كان عليهم أن يصدقوا أخيراً . لقد عاشت مخلوقات مثل هذه فعلا فى أمريكا يوماً من الأيام .

وقال الناس : « ولكن الذى لا نفهمه هو كيف دخلت العظام الصخور ! » وهذا سؤال حير الدنيا منذ وجدت الحفريات الأولى . كيف دخلت الأحياء



تترك أوراق الأشجار طوابعها أحياناً فى الصخور

أو بقايا الأحياء فى الصخور ؟ كيف كان من الممكن لطابع ورقة شجر أو آثار أقدام طائر أو وحش أو عظام سمكة أن تحبس هكذا ؟

وحاول الناس وقتاً طويلا أن يفسروا هذا السر بقولهم إن العظام والأصداف والحفريات الأخرى التى وجدت فى الصخور لم تكن كائنات حية أبداً .



توجد آثار أقدام مخلوقات قديمة فى الصخور أيضاً

وقال بعض الناس : « إن الطبيعة قد صنعت هذا كدعابة » .

وقال آخرون : « أو لتزين بها الصخور » .

ولكن الباحثين جادلوا قائلين : « هناك قوة صانعة للصخور فى باطن الأرض تشكل الصخر فى هيئات أصداف وعظام » .

وجادل بعضهم أن الحفريات كانت فعلا كائنات حية فى يوم من الأيام . وشرح العلماء : «لقد نمت داخل الصخور من بذور دخلت عن طريق الثقوب».

ومع السبعينيات من القرن التاسع عشر كان لدى العلماء الجواب الصحيح. فهم مع ذلك الوقت كانوا قد فهموا كيف تتكون الصخور ، ولذلك فلم يكن بعد أى سر حول دخول الحفريات فيها .

وفسر العلماء هذا بقولهم : « إنها دخلت قبل أن ينتهى تكون الصخور ، لقد دخلت العظام والأشياء عند ما كانت الصخور فى دور التكوين ، أى عندما كانت مجرد رواسب سائبة . كانت تلك الرواسب عندئذ السطح الذى عاشت عليه النباتات والحيوانات، أو سقطت عليه عندما ماتت . وملأ الرمل والطين الآثار التى تركتها المخلوقات عندما كانت تمشى أو تزحف أو تحفر ، ثم غطاها الرمل والطين ، كذلك غطى العظام والأصداف والأوراق . ومر وقت طويل قبل أن تتحول الرواسب إلى صخر » .



تحولت العظام والأصداف خلال السنين إلى صخور

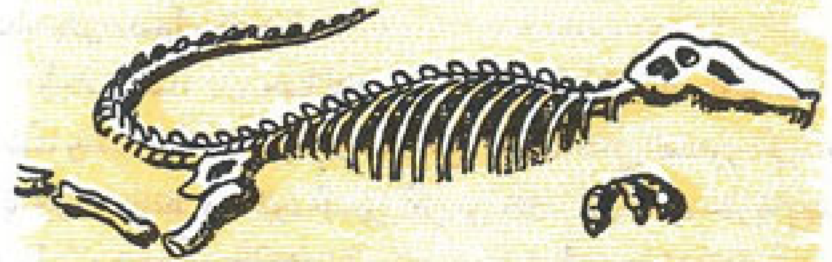
وجادل الناس قائلين : « ولكن الكثير من النباتات والحيوانات قد عاش ومات ، فلماذا لا تكون الصخور مليئة بالحفريات ؟ لماذا لا يجدها أحدنا عندما يفلق صخراً ويفتحه ؟ »

وأجاب العلماء : « حسناً ، إن أول شىء هو أن النباتات والحيوانات التى عاشت وماتت لم تدخل كلها بأى حال من الأحوال داخل الصخور . لم يدخل منها غير واحد فقط فى المليون أو حتى أقل من ذلك . لأن تكون حفرية يتطلب ظروفاً خاصة جداً . فالكائن الحى الذى ليس له أجزاء صلبة ليس لديه إلا خيال صدفة لكى يتحول إلى حفرية . إنه يتعفن فقط ولا يبقى منه شىء . وحتى المخلوقات ذات الأجزاء الصلبة مثل الأصداف والعظام ليس لديها الفرصة لكى تصير حفريات إلا إذا دفنت بسرعة .

« فكر مثلا فى كل تلك الملايين من الجاموس التى عاشت وماتت وتركت أجسامها فوق سهول (أمريكا) . فيما عدا عظمة هنا أو قرن هناك ، فنحن لا نجد شيئاً ، إذ ما أسرع ما كان يموت المخلوق حتى تأكله الذئاب والنسور ، ثم تتلف الشمس والمطر والبكتريا ما تبقى منه ، كما تدخل الجذور داخل شقوق العظام وتساعد على تهشمها ، ثم تتحول إلى غبار .

« لا ، إنك لو أردت أن تعثر على حفريات ، فابحث حيث كان الماء . فعندما تغرق المخلوقات تغوص أجسامها إلى القاع حيث تتغطى حالا بالرمال والطين . وهذا يحفظها من الأعداء . ابحث عن الحفريات فى الأماكن التى كانت فيما مضى قاعاً لنهر أو بحيرة أو بحر ضحل . ابحث عن الحفريات فى الصخور الرسوبية التى ترسبت من المياه » .

ثم يتكلم العلماء عن متحف التاريخ الطبيعى المدهش الموجود فى الصخور . إنهم يعترفون أن الأصداف والعظام فى المتحف فى حالة فوضى حقيقية ، فهى ليست مرتبة بأى حال من الأحوال . ولكن على الأقل فإن الصخور قد حفظت سجلا للكائنات الحية .



الهيكل الذى لا يغطى بالرمل والطين لا يحتمل أن يصير حفرية

ثم أردف العلماء : « ولولا هذا السجل لما أمكننا أن نعرف شيئاً يذكر عن النباتات والحيوانات التى عاشت قبل أن يأتى البشر ليروها » .

وأضافوا : « بالطبع لم تحفظ الصخور عينة من كل شىء عاش ، أو على الأقل فنحن لم نجد كل تلك العينات بعد . ولكن الصخور حفظت الكثير . لقد حفظت ما يكفى لأن نجمع به صورة لا بأس بها لما حدث — برغم الثغرات . إن بعض صفحات السجل مفقودة وبعضها حائلة* ولكن القصة واضحة فى معظمها . ونحن نعتقد أنه لا يمكن أن يكون هناك أغرب ولا أعجب من ذلك » .



* حائلة : متغيرة أو غير واضحة (المترجم)

١٩

قراءة السجل

ماذا يقول سجل الكائنات الحية ؟

يقول السجل إن الحياة غاية فى القدم ولكنها ليست أقدم من الصخور . إن أقدم صخورنا ربما كان عمرها ألف مليون سنة وقت أن ظهرت أولى الكائنات الحية .

لقد كانت هذه أحياء تافهة أول ما ظهرت . لم يكن لها أجزاء صلبة ، ولم تترك شيئاً يمثلها تقريباً . إننا نجد آثار فحم قد تعنى أن نباتات بسيطة كانت تعيش منذ ألف مليون سنة ، ونجد حفريات الجحور تنبئنا أن دودة زحفت هنا تحت الطين . هذا كل ما هنالك تقريباً . إن الفصل الأول ليس شديد الإثارة .

ويبدأ الفصل الثانى بداية أحسن ، إذ يظهر على المسرح جمع حاشد من أشكال مختلفة .

فنحن نقرأ وتبزغ أمامنا صورة لبحر ضحل . أعشاب بحرية تهوش فى الطين ، وتموج بلطف من أمام لخلف . وديدان تزحف وتحفر . وإسفنج : كل واحدة منه مثل إناء الزهر الأنيق تصطاد وتلتهم فرائسها الدقيقة . كان التسلح الصدفى قد بدأ لتوه ، وكان قاع البحر مكتظاً بالمخلوقات ذات الأصداف .

هناك أصداف مسطحة وأصداف مستديرة ومروحية الشكل وملفوفة ، ناعمة ومتعرجة الأسطح ومحببة . تدب فيما بينها فوق قاع البحر مخلوقات غريبة الشكل مسطحة منكفئة على وجوهها تحكى منظر سوس الخشب وتتشح على ظهورها بقشرة كقشرة الجمبرى . تلك هى ثلاثيات الفصوص أو (التريلوبيت) وكانت أكبر الحيوانات التى شهدها العالم فى ذلك الوقت . لقد كان معظمها



عاشت مخلوقات غريبة فى البحار منذ ملايين السنين

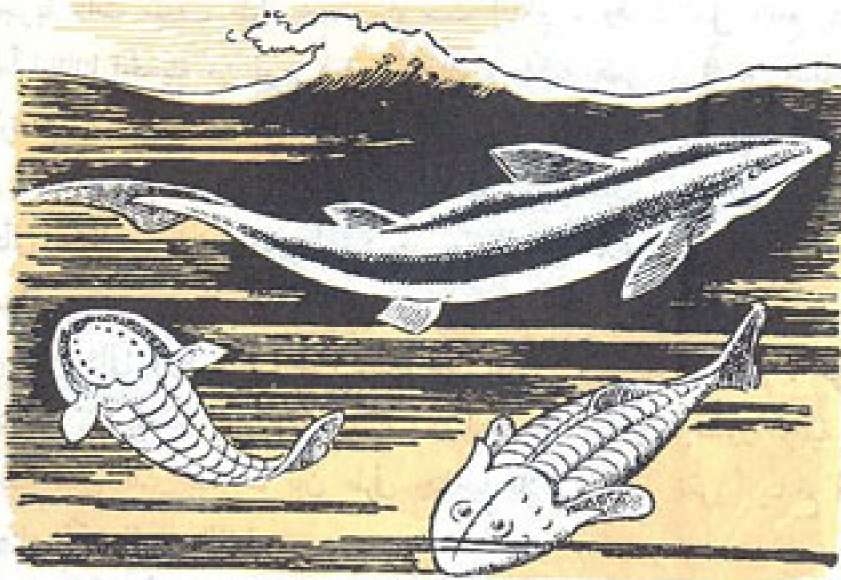
أقل من أربع بوصات فى الطول ، ولكنها فى ذلك العالم المكون من المخلوقات الدنيئة كانت ملوك البحار .

وماذا عن البر ؟ ألم يكن هناك شىء عن الحياة البرية بالسجل الذى حفظته الصخور ؟ .

لم يكن هناك شىء . ولكن سيأتى ذلك فيما بعد . إن المياه تغمر القارات ، والصخور ما زالت تتحدث عن البحر .

ولكن البحر مختلف الآن . إنه يغص بمخلوقات جديدة عجيبة . توجد الآن حيوانات مبنية على تصميم مختلف تماماً . إن لها شيئاً لم يمتلكه مخلوق فى الدنيا قبل ذلك — هيكل عظمى بداخل أجسامها . والعضلات متصلة بالهيكل بحيث يمكنها تحريكه . إنه تصميم مدهش للسرعة .

تلك الحيوانات الجديدة أكبر فى الحجم . لم تعد ثلاثيات الفصوص ملوك البحار ، فهناك سمك القرش البالغ عشرين قدماً فى الطول . إنه يتحرك بسرعة ،



تحدثنا الصخور أن الأسماك الأولى كانت لها دروع من الصدف

ولكن بعض الأسماك لا ترتكن على السرعة ، إنها لم تهجر الدرع الصدفية القديمة . وبعضها مثقل به حتى إنها لا تتمكن من الحركة . إنها ترقد فوق قاع البحر بأفواهها التى يبلغ عرضها أربع أقدام مفتوحة ، منتظرة أن تأتى الفريسة قريباً منها . ثم تهوى الفكوك المرعبة بفرقعة ! إنها قادرة أن تقضم سمكة قرش إلى نصفين .

ولكن الأرض ترتفع الآن ، وتتكون الجبال . وها هى ذى الكائنات الحية تزدهر فوق البر أخيراً .

وهناك غابات مترعرعة ولو أنها ليست من تلك الأشجار التى نعرفها اليوم . إن الأسلاف البعيدة لأشجار الصنوبر الحديثة تشمخ هنا إلى ارتفاع مائة وعشرين قدماً فوق المستنقع . وهنا أسلاف أشجار النخيل الحديثة . إنها مثلها فى الطول تقريباً وتتباهى بمائة نوع مختلف . وتوجد سراخس بذرية بشكل النافورات تحمل ثماراً صغيرة كالبندق تحت أوراقها . وكذلك سراخس

شجرية ذات سعف طوله خمس أو ست أقدام ، وهناك أسل قاطع يشبه تماماً نباتاتنا الحديثة من نوع ذيل الحصان ، ولكنه يصل إلى ثلاثين قدماً فى الارتفاع . ستموت هذه الأشجار والسراخس والأسل فى يوم من الأيام وتتحول إلى نفاية متعفنة . ستتحول النفاية إلى خثّ . وسيتحول الخث إلى صخر . وستأتى مخلوقات ذوات رجلين لم ترد بعد حتى فى الأحلام وتسمى هذا الصخر فحماً .

الهواء دافئ ورطب — وأشياء تتطاير طول الليل : وكل شيء ضخم ، حتى الحشرات . صراصير تبلغ أربع بوصات فى الطول تزحف بين الجذور الرطبة ، وذباب التنين الذى يبلغ ما بين طرفى جناحيه ثلاثين بوصة تقريباً يندفع فى الأجزاء المكشوفة من الغابة .

وليس أزيز أجنحته هو الصوت الوحيد فى المستنقع . فهناك مخلوقات من ذوات الأربع المنسطحة تختبر البر . إنها لم تتعود أن تعكف عليه بعد . ولكنها تمشى على أى حال بطريقة ما . وهى تتنفس الهواء فعلا ، ولها أصوات . إن أصواتها هى أول أصوات فى الدنيا .

فى يوم من الأيام ستنبلج تلك الأصوات كصداح للطيور . ولكن ليس هناك طيور بعد ، وسوف لا تكون إلى ملايين عديدة من السنين . وقبل أن تأتى الطيور ستذهب غابات المستنقعات . سيكون هناك تغير وتغير كثير .



فى يوم من الأيام ستموت هذه الأشجار والسراخس والأسل . وأخيراً ستتحول إلى الصخر الذى نسميه فحماً

٢٠

صفحات حائلة ومفقودة

ما معنى كل هذا التغير ؟ لماذا انقرضت كل تلك الأصناف العديدة من الكائنات الحية إلى غير رجعة ؟

أحياناً تنبئنا الصخور ، وأحياناً لا يكون لديها جواب . إننا نكد أذهاننا لنجد تفسيراً وننتهى بأن نتساءل : « لماذا » ؟ .

هو هكذا مع الديناصورات . إننا نتساءل « لماذا هلكت ؟ ولماذا لا يوجد ديناصور واحد فى الدنيا الآن ؟ » .

ويبدو هذا غير معقول عندما نقرؤه فى سجل الصخور ، إلا أننا نرى أن الديناصورات ظهرت بسرعة بعد انتهاء العصر الدافئ لغابات المستنقعات .

إنهم جماعة صغار الحجم فى أول الأمر ، معظمهم لا يفوق القط أو الغراب فى الحجم ، وأكبرهم لا يزيد طوله على اثنى عشرة قدماً . إننا نراهم فى أوطانهم الطبيعية فى مرتفعات نيوإنجلاند ونيوجرسى . إننا لا نظن أن تلك الزواحف ، التى

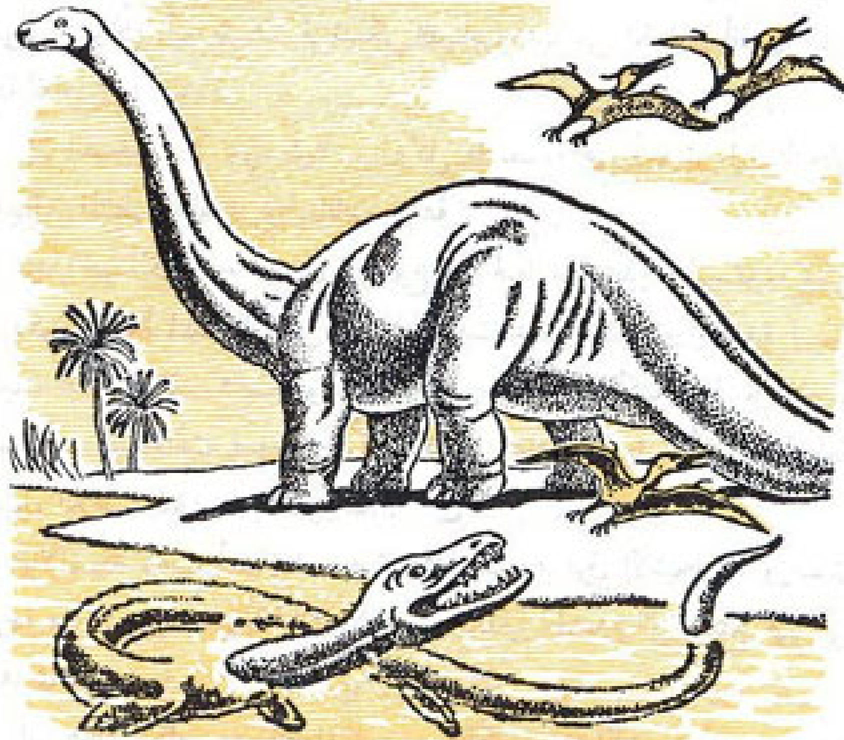


لم تكن الديناصورات الأولى أكبر من القط أو الغراب

تجرى كالطيور على قدمين وأخواتها التى تمشى على أربع ستكتسح العالم أجمع . ولكننا نرى شيئاً غريباً يحدث فجأة . نرى الديناصورات تبدأ فى النمو .

إنها تنمو وتكبر وتكبر . إنها تصير هائلة . إنها تغدو أكبر المخلوقات فوق الأرض . وقد بلغ بعض أصنافها من ذوات الرجلين سبعاً وأربعين قدماً فى الطول وعشرين قدماً فى الارتفاع . وبلغت أخواتها التى فى المستنقعات سبعاً وستين قدماً أو أكثر فى الطول . إنها جد ثقيلة حتى إن الأرض ترتجف عندما تمر .

لقد اتخذ بعض الزواحف دروعاً من العظام ، واتخذ بعضها قروناً ومخالب ، واتخذ بعضها أسناناً مخيفة ، ولكنها كلها وحوش . إن الدنيا كابوس من وحوش خيالية . لقد غزت البر والبحر والهواء أصناف من التنين التى يبلغ امتداد



غزت الزواحف البر والبحر والسماء

جناحى الواحد منها أربعا وعشرين قدماً تظلم السماء . وحوش طول الواحد منها خمسون قدماً تحكم البحار . إن على البر حرباً دائمة . الأنياب والأظفار والقرون تمزق وتشق وتطعن . أقدام تبطش وأذناب تلطم .

ثم ينتهى سجل الديناصورات فجأة . فلم يبق ديناصور واحد ، كأنما أسدل على كل شيء ستار .

إننا نفتش سجل الصخور ، ونتساءل : « ماذا حدث؟ هل تغير المناخ ؟ هل عدمت الوحوش أكلة النباتات أى شيء تتغذى عليه ؟ هل أفنت أكلة اللحوم كل الديناصورات الأخرى ثم أكلت بعضها البعض ؟ هل ظهرت أعداء لها عقول أحسن؟ » .

إننا نعرف أن المخلوقات التى لا يمكنها تكييف أنفسها للظروف الجديدة تنقرض . ولكن أية ظروف لم تتمكن الديناصورات من تكييف أنفسها لها . ماذا أفناها ؟

إن الصخور لا تقول شيئاً ، وكل ما تصنعه هى أنها ترينا عالماً خلق جديداً . المناظر مختلفة . والحيوانات مختلفة .

وهذا هو أكثر جزء محير فى الموضوع — الحيوانات الجديدة ليست مما يمكن أن يكون تهديداً لتلك الوحوش . وإلى جانب ذلك المخلوقات الجديدة ليست جديدة حقاً ، لقد كانت موجودة لمدة من الزمن ، ولكننا فقط لم نلاحظ وجودها ، فقد كانت صغيرة جداً . وكانت تتفادى طريق الأقدام الحاطمة والذيول اللاطمة لتلك الديناصورات .

والآن وقد ذهب أعداؤها هبطت الثدييات من فوق الأشجار ، وزحفت خارجة من جحورها . إنها تملك الأرض ، فالدنيا الجديدة التى تتفتح هى على هواها تماماً .

إن هناك الكثير من الطعام للجميع والكثير من المأوى . أشياء جديدة تنمو فى كل العالم : حشائش مدهشة من حاملات البذور تغطى الأرض ،



لقد كانت الدنيا الجديدة مناسبة تماماً للثدييات

وأشجار مدهشة من حاملات الثمار ذات أوراق معرقة تحف بين غابات دائمة الخضرة . هناك أشجار الزان والبتولا والسفندان والبلوط والتوليب . وكذلك أشجار الغار وحبل المساكين والبندق وعيد الميلاد تترعرع . وآلاف الزهور تتفتح . وآلاف الحشرات تطير وتزحف وتقفز . وطيور تصدح .

إننا ننظر إلى الحيوانات الصغيرة وهى تخطو إلى الدنيا الجديدة ونفكر : « هل هذا ممكن ؟ أهذه هى المخلوقات التى ستتطور فتصبح خيولا ، وفيلة ، وخراتيت ، وماشية ، وغزلاناً ، وكلاباً ، وقططاً ، وقروداً ، وبشراً ؟ » .

إنها ضئيلة ! إنها بطيئة ! كلها قصار الأرجل مفلطحة الأقدام ذات فكوك طويلة ! وكلها متبلدة ! إن قنفذاً لأنشط منها وأكثر إحساساً . هل من الممكن أن تلك المخلوقات سترث الأرض ؟ » .

ونفتش الصخور ، فتحكى لنا : « لقد مرت الثدييات الصغيرة بمراحل عديدة ، انظروا لقد اختلسنا عينات من بعض المخلوقات وهى تتطور ، هذا حصان طوله إحدى عشرة بوصة فقط ، وهذا فيل لا يصل ارتفاعه إلى خصر الإنسان ، وهذا جمل لايعدو حجمه حجم أرنب كبير » .

إن خمسة وسبعين مليوناً من السنين لوقت طويل . هناك وقت كاف للثدييات

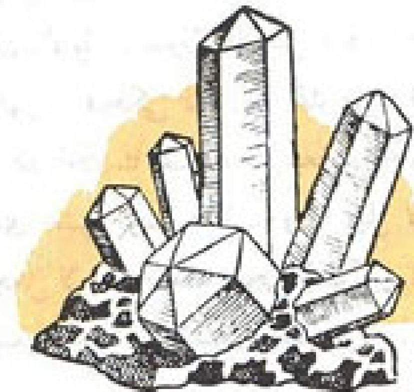


قد تسجل الزهور والحشائش تاريخها فى الصخور

الصغيرة كي تغدو كبيرة . وهناك وقت كاف لها لكى تصير أكثر ذكاء ونشاطاً . هناك وقت لدى الحصان ليقوم على حافر واحد ، ولدى الفيل ليتخذ لنفسه خرطوماً ، ولدى الجمل ليتخذ لنفسه سناماً ، ولدى الحوت ليدرج إلى البحر ويعيش فيه ، ولدى الخفاش ليغزو الهواء . وحتى مليون سنة مدة طويلة . لقد استغرق الإنسان مليون سنة فقط ليتطور .

ثم تسأل : « وهل الإنسان نهاية السجل ؟ » .

ليس هناك نهاية . وما دامت هناك كائنات حية فوق الأرض فستعكف الصخور على تسجيلها . وليس فى إمكان أى أحد أن يتكهن أية أشكال ما زالت ستظهر . ولكننا نعرف على الأقل أن بعضها سيدخل الصخور .



٢١

بعض المعادن الشائعة المكونة للصخور

الكلسيت :

الكلسيت أكثر المعادن انتشاراً فى العالم بعد الكوارتز . فالحجر الجيرى والرخام فى معظمه مكون من الكلسيت . إن له منظراً براقاً أو زجاجياً . وهو فى العادة عديم اللون ، ولكن قد تلونه الشوائب باللون الوردى أو الأصفر أو البنى أو الأخضر أو الأزرق . مخدش الكلسيت عديم اللون . صلادته ٣ . يفور عندما يصب عليه الخل .

للكلسيت أكثر من ٢,٥٠٠ شكل بلورى مختلف ، ولكن البلورات تتجمع دائماً فى مجموعات من ثلاثة . تتشقق البلورات بسهولة فى ثلاثة اتجاهات لاتكون متعامدة أبداً . وعلى أى حال فإن معظم الكلسيت لا يكون بلورات إطلاقاً .

«الأيسلاندسبار » هو كلسيت نقى شفاف . وله ما يسمى بالانكسار المزدوج ، أى إنه يسبب انحناء الضوء بشكل يجعلك ترى الأشياء مزدوجة عندما تنظر من خلاله ، وهذا وحده يكفى لتمييزه والتعرف عليه .

تستمد بعض ضروب الكلسيت أسماءها من أشكال بلوراتها . فهناك معدن « سن الكلب » ومعدن « رأس الدبوس » ، وهناك معدن « الأطلس » ويسمى هكذا لأنه يتكون من ألياف تشبه نسيج الأطلس أو (الساتنيه) .

الدولوميت :

الدولوميت يشبه الكلسيت فى المظهر . وهو فى العادة أبيض أو رمادى ، ولكنه أحياناً يكون بلون اللحم ، مخدشه عديم اللون . وهو أصلد قليلا من الكلسيت . درجة صلادته تكاد تكون «٤» .

الفلسبار :

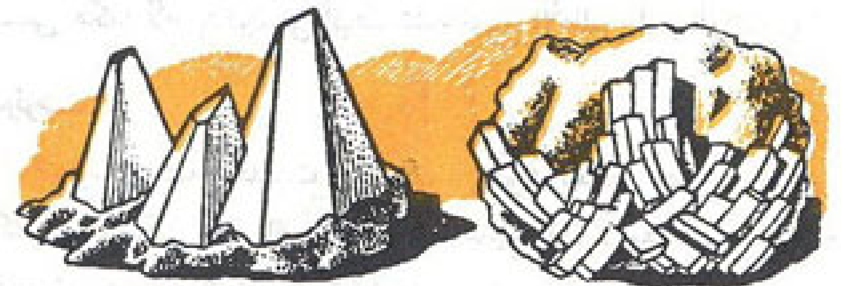
الفلسبار ، ومعناه حجر الخلاء ، اسم لمجموعة من المعادن متشابهة جدا . يوجد فى العالم من الكوارتز أكثر مما يوجد من صنف واحد من الفلسبارت كمجموعة أكثر شيوعاً من الكوارتز خمس مرات .

والفلسپار دائماً جزء من الجرانيت وصخور نارية أخرى . وأكثر ألوانه شيوعاً : الأبيض والرمادى والوردى الفاتح والأصفر الفاتح ، ولكنه قد يكون أيضاً أخضر زيتونياً أو بنى اللون . مخدشه أبيض أولا لون له . صلادته « ٦ » . للفلسپار بريق كبريق الصينى يفوق بريق الزجاج . تتشقق جميع الفلسپارات تشققاً نظيفاً فى هيئة كتل ذات جوانب ملساء تميل قليلا فى ناحية واحدة

تتكون جميع الفلسپارات من الألمنيوم والسليكون والأكسيجين ، ولكن كل واحد منها يحتوى على عنصر أو عناصر أخرى . الأرثوكلاز والميكروكلين والبلاجيوكلاز ، أسماء لبعض الفلسپارات الشائعة . وليس من السهل تمييز بعضها من بعض ويكفى أن نميزها جميعاً على أنها فلسبار .

الجبس :

الجبس عديم اللون أو أبيض أو أصفر فاتح أو رمادى أو وردى . مخدشه أبيض . صلادته « ٢ » . يوجد فى هيئة طبقات بين الأنواع المختلفة من الصخور



دولوميت كلسيت (معدن من الكلب)

الرسوبية . ولكنه فى الأغلب يكون طبقات سميكة بين طبقات الملح . عندما يسخن الجبس يتبخر الماء . وإذا أضيف الماء يتبلور الجبس .

الهاليت :

الهاليت أو ملح الطعام عديم اللون، أبيض أو مائل إلى الحمرة ، وقد يكون شفافاً أو نصف شفاف .

وللهاليت طعم ملح وهذا أضمن اختبار له . صلادته بين « ٢ » ، « ٣ » . يتشقق تشققاً تاماً إلى مكعبات مكونة من بلورات بنفس الشكل .

الهورنبلند :

يتبع الهورنبلند مجموعة المعادن المسماة بالأمفيبولات والتى توجد فى الصخور الجرانيتية والمتحولة . الهورنبلند له مظهر لؤلؤى أو حريرى ولونه أسود فى العادة . مخدشه عديم اللون أو ذو لون حائل جداً . الصلادة من « ٥ » إلى « ٦ » . البلورات سداسية الجوانب . والهورنبلند يشبه البيروكسين كثيراً حتى إنه من الصعب التمييز بينهما . ولكن الهورنبلند يتشقق بسهولة أكثر . وعندما يوجد فى



هورنبلند هاليت جبس فلسبار

الشيست يكون غالباً فى هيئة بلورات إبرية تضفى على الصخر منظراً ليفياً ، ولا يوجد البيروكسين على هذه الهيئة أبداً .

الميكا :

الميكا اسم لمجموعة شائعة من المعادن تمتاز بالقدرة على التشقق فى هيئة صفائح مثل الورق الرقيق . يتوقف حجم الصفيحة التى يمكن فصلها (تقشيرها) على حجم البلورة . يمكنك أن تثنى صفيحة من الميكا ، ولكن حيث إنها مطاطة فإنها سترتد ثانية . درجة الصلادة بين « ٢ » ، « ٣ » . تتميز الميكا فى العادة بمظهر لؤلؤى ، ولكن لونها يتغير . المخدش أبيض .

المسكوفيت :

أو الميكا البيضاء لا لون له عموماً ولكنه يكون أحياناً رمادياً فاتحاً أو أخضر أو بنيا . وهو شفاف . يوجد المسكوفيت فى الجرانيت مع الكوارتز والفلسپار ، ويوجد فى النايس وفى الشيست الميكاوى . تعد العواصف الثلجية فى السينما والثلج فى شجر عيد الميلاد من المسكوفيت .

البيوتيت :

أو الميكا السوداء ذو لون أخضر قاتم عموماً أو بنى أو أسود . وهو شائع فى الجرانيت وكثير من صخور النايس والشيست ، وتزيد صلادته قليلا جداً عن صلادة المسكوفيت ويمكن أن تميزه فى الجرانيت من معدن الهورنبلند إذ يمكنك أن تقشره بظفرك .

الأوليفين :

الأوليفين معدن يوجد فى الصخور النارية القاتمة اللون مثل البازلت . ولونه

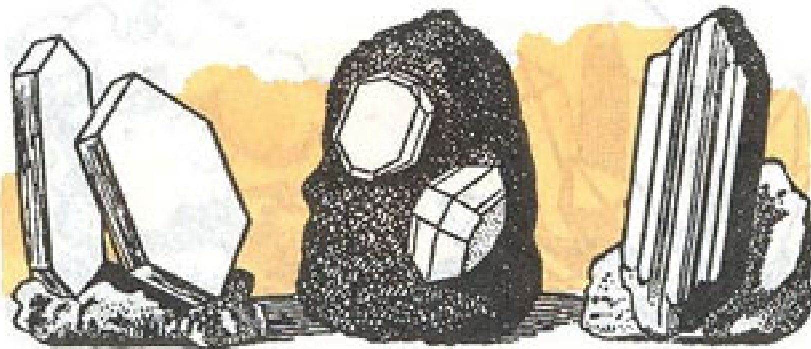
أخضر زيتونى . صلادته بين « ٦ » ، « ٧ » . مظهر زجاجى . وعندما يتشقق يترك سطح التشقق وكأنه أصداف .

البيروكسين :

البيروكسين مجموعة من المعادن تشبه الأمفيبولات كثيراً ، فكلاهما يتكونان من نفس المواد ، ودرجة صلادتهما (٥ إلى ٦) . ولهما نفس الألوان (فى العادة أسود ، أخضر أو رمادى) ، وكذلك لهما نفس المظهر اللؤلؤى أو الحريرى . البيروكسين لا يتشقق دائماً بسهولة وبلوراته ثمانية الجوانب ، كما أنها أقصر وأكثر سمكاً من بلورات الأمفيبولات .

الكوارتز :

الكوارتز أكثر معدن منفرد شائع فى العالم . توجد منه ضروب كثيرة . معظم الرمال والأحجار الرملية كوارتز ، وهناك عروق كثيرة ممتلئة بالكوارتز اللبنى . وعندما يوجد الكوارتز فى الجرانيت يبدو مثل كسر الزجاج . الكوارتز عديم اللون أو أبيض ولكن قد تجعله الشوائب أصفر أو أحمر أو وردى اللون أو بنفسجيه أو أخضر أو أزرق أو بنى اللون أو أسود . المخدش أبيض أو ملون تلويناً خفيفاً



بيروكسين   أوليفين   ميكا

جداً . يتراوح الكوارتز بين الشفاف والمعتم . الصلادة « ٧ » . معظم الكوارتز لا يوجد فى هيئة بلورات ، وهو يتشقق بحيث يترك سطح التشقق مثل الأصداف.

الكبريت :

الكبريت أصفر اللون دائماً . يوجد الكثير منه فى كتل ترابية ، ولكنه يكون أيضاً بلورات هشة ، لامعة تبدو مثل الراتنج . الصلادة « ٢ » . والكبريت خفيف الوزن جداً ، ينصهر بغاية السهولة، ويحترق بلهب أزرق ، ورائحته خانقة . يصعد المعدن غالباً مع الصهارة الصخرية ويترسب فى أفواه البراكين . وعلى أى حال فقد ترسب الكثير منه فى بحار ضحلة . وقد ترسبت رواسب هائلة منه على عمق بعيد ، كما هو الآن فى لويزيانا وتكساس ، وقد بلغ سمكها من ١٠٠ إلى ١٢٥ قدماً .

الطلق :

الطلق (التلك) معدن رخو جداً — صلادته « ١ »، لونه أصفر أو رمادى أو أخضر تفاحى . مخدشه أبيض . وهو نادراً ما يكون بلورات . بل يوجد فى كتل شظوية .



الكبريت — الكوارتز

ملمسه شحمى أو صابونى ، وهناك نوع غير نقى من التلك يسمى بحجر الصابون .



التلك